



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Arktisk kvalitet

En beskrivelse av nordlige natur- og klimaforhold og virkning på
egenskaper hos nordnorske matprodukter

NIBIO RAPPORT | VOL. 4 | NR. 40 | 2018



Tor J. Johansen, Anne-Linn Hykkerud, Eivind Uleberg og Jørgen Mølmann

Divisjon for bioteknologi og plantehelse/Skadedyr og ugras

Divisjon for matproduksjon og samfunn /Frukt og grønt

TITTEL/TITLE

Arktisk kvalitet – En beskrivelse av nordlige natur- og klimaforhold og virkning på egenskaper hos nordnorske matprodukter

Arctic quality –the effect of northern growth conditions on product quality

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Tor J Johansen, Anne-Linn Hykkerud, Eivind Uleberg og Jørgen Mølmann

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
06.04.2018	4/40/2018	Åpen	10405	18/00440
ISBN:	ISSN:		ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-02070-7	2464-1162		38	

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Fylkesmannen i Nordland, Troms og Finnmark

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Tor J. Johansen

STIKKORD/KEYWORDS:

Klima, Planteproduksjon, Kvalitet

Climate, Plant production, Quality

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Landbruk og produktkvalitet

Agriculture and product quality

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Unike nordlige klimaforhold med lange dager og lave temperaturer, kan påvirke egenskaper hos mat, fôr og beitevekster. En gjennomgang av vitenskapelige studier av slik *Arktisk kvalitet* viser effekter for både sensorisk kvalitet og ulike innholdsstoffer for flere produkter. Innen kålvekster påvirker klimaet utseende (brokkoli) og reduserer glukosinolatinnhold og bittersmak (brokkoli og kålrot). Gulrot og kålrot får tydeligere søtsmak på grunn av lavere innhold av bitterstoffer, selv om sukkerinnholdet er uendret. På den annen side får gulrot i nord lavere innhold av karoten og lysere farge enn i varmere klima. Resultatene for kålrot, brokkoli og gulrot tyder også på mer sprø og saftig konsistens, og friskere smak, ved lave dyrkingstemperaturer. Ville bær i nordlig klima har litt høyere innhold av enkelte antioksidanter enn i sørligere områder, men lokale forskjeller i vekstforhold (fjell, kyst) kan ha like stor betydning. Hagebær i nordlig klima kan smake søtere (jordbær) eller mindre søte (solbær) på grunn av forskjellige klimaresponser. Jordbær og bringebær får noe svekket rødfarge ved lave dyrkingstemperaturer. Klimatiske og geografiske effekter på kvalitet i potet, urter til mat og krydder, fôrvekster og kjøtt- og melkeprodukter er per idag for lite undersøkt til å gi entydige konklusjoner.

Unique northern growth conditions, with long days and low temperatures, may affect the quality of food and fodder products differently from other climates. A review of studies related to such *Arctic quality*, show effects both on sensory and phytochemical quality for some products. Within brassica



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

vegetables, a northern climate may affect physical attributes (broccoli), and reduce glucosinolate content and bitterness (broccoli, swedes). In carrots and swedes, where total sugar content seems unaffected, northern growth conditions still give more sweet taste due to lower contents of bitter compounds. On the other hand, carrots from a northern climate typically have lower content of carotenes, and less colour compared to higher growth temperatures. Results also show that low growth temperatures result in more crispiness, juiciness and fresher tasting swedes, broccoli and carrots. Wild berries tend to have higher contents of some antioxidants in a northern climate, but local differences in growth conditions may have equal influence. Within domesticated berries, some species may taste sweeter (strawberry) and others less sweet (black currants), due to different responses to the climate. For strawberry and raspberry, low temperatures tend to reduce red colour strength. Studies of climatic or geographic effects on quality in potatoes, herbs, fodder crops and meat and milk products are too limited to present conclusions.

LAND/COUNTRY: Norge
FYLKE/COUNTY: Troms
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Tromsø
STED/LOKALITET: Holt

GODKJENT /APPROVED



INGEBORG KLINGEN

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



TOR J. JOHANSEN

Forord

Denne rapporten har som mål å beskrive virkninger av nordlige vekstforhold og natur på kvalitetsegenskaper hos planter og planteprodukter til mat, herunder også for animalske produkter fra beitedyr. De konkrete beskrivelsene av slik *Arktisk kvalitet* i denne rapporten baseres utelukkende på vitenskapelige publikasjoner og vår tolkning av disse. Oversikten tenkes å være et bidrag til arbeidet med markedsføring av *Arktisk kvalitet*. Målgruppene er næringsutøvere, omsetningsledd, forbrukere, myndigheter m. fl. For noen produkter vil det framgå at det er mye vi ikke vet noe sikkert om; det vil si at det ikke finnes nok relevante undersøkelser. Dette formidles også, slik at det blir lettere å prioritere områder for eventuelle nye studier.

Etter et innledende kapittel om bakgrunnen for arbeidet følger en oversikt over kvalitetsbegreper og en beskrivelse av naturforhold og plantevekst i nord. Deretter omtales noen forskningsmetoder som brukes for å avdekke eventuelle kvalitetsforskjeller og dets årsaker, samt litt om tolking av vitenskapelige resultater. Hoveddelen gir en oversikt over vitenskapelige funn med relevans for *Arktisk kvalitet*. Det vil si studier med sammenligning av kvalitetsegenskaper ved ulike natur- og klimaforhold. Disse undersøkelsene kan være utført i feltforsøk (naturlige produksjonsforhold) nord-sør i Skandinavia, i andre regioner med lignende klimaforskjeller, eller i klimakammer under kontrollerte vekstbetingelser. Til slutt gis en forklaring av noen viktige begreper knyttet til beskrivelse av kvalitet på matprodukter.

Tromsø, 06.04.18

Tor J. Johansen

Innhold

Sammenfatning	6
1 Innledning	7
2 Hva er kvalitet?	9
3 Naturforhold og plantevekst	10
4 Forskningsmetoder og tolking av resultater	12
5 Vekstforhold og produkttegenskaper	14
5.1 Vegetabilske produkter	14
5.1.1 Kålvekster	14
5.1.2 Gulrot	18
5.1.3 Potet	20
5.1.4 Bærvekster	22
5.1.5 Urter	25
5.1.6 Fôr- og beitevekster	25
5.1.7 Særegne planteslag	26
5.2 Animalske produkter	28
5.2.1 Sau/lam	28
5.2.2 Geit	29
5.2.3 Storfe	29
5.2.4 Tamrein	31
6 Definisjoner	32
Litteraturreferanser	35

Sammenfatning

Nordnorsk planteproduksjon til fôr eller mat foregår under unike vekstforhold med en kombinasjon av svært lange lyse dager og lave veksttemperaturer. Dette kan påvirke egenskaper som utseende, smak, konsistens og innholdsstoffer i produktene. Særegne og positive utslag defineres under begrepet *Arktisk kvalitet* i nordnorsk land- og naturbruk. Også fortellinger om natur, tradisjoner og spesielle planteslag kan skape forventninger og tillit hos forbrukerne, og være en del av dette begrepet. Denne rapporten viser at det er vitenskapelig grunnlag for påstander om spesielle arktiske kvaliteter for noen produkter. For andre produkter er det enten motstridende resultater, ingen tydelige utslag, eller manglende studier.

For grønnsaker gir nordlige dyrkingsforhold et karakteristisk utseende for brokkoli, med særlig store knopper og jevn grønn farge. Lave temperaturer gir også et lavt totalinnhold av glukosinolater hos brokkoli og kålrot, og dermed lite bittersmak. Innhold av vitamin C synes lite påvirket. Totalt innhold av sukker påvirkes lite hos kålrot og gulrot, men søtsmak er likevel mer fremtredende ved lave enn ved høyere dyrkingstemperaturer. Dette skyldes trolig lavere innhold av bitterstoffer, som kan kamuflere søtsmak. Gulrøtter dyrket i nordlig klima har for øvrig lavere karoteninnhold og lysere farge enn røtter dyrket ved høyere temperaturer. Typiske nordnorske middeltemperaturer gir sprø og saftig konsistens og frisk smak hos kålrot, brokkoli og gulrot. Eventuelle forskjeller for disse egenskapene i praktisk dyrking innen Norge er imidlertid lite undersøkt.

Ville bær i nord har generelt noe høyere innhold av enkelte fargestoffer (antioksidanter) enn i varmere klima, men lokalklimatiske forskjeller (fjell, kyst, skog) har ofte større betydning enn breddegrad. For hagebær kan veksttemperaturene påvirke forholdet mellom sukker- og syreinnhold på ulik måte. For eksempel kan lave temperaturer gi mer søtsmak i jordbær, men mer syrlig og mindre søt smak for solbær. For jordbær og bringebær er det også en tendens til svekket rødfarge ved lave dyrkingstemperaturer.

For potet og mat- eller krydderplanter innen urter er det få eller ingen studier av klimaeffekter på innholdsstoffer og sensorisk kvalitet. Det dyrkes imidlertid noen særegne produkter med lang tradisjon i Nord-Norge, som potetsorten Gullauge (Gulløye) og Målselvneppe. Begge markedsføres som eksklusive spesialiteter og kan knyttes til *Arktisk kvalitet*.

Noen studier innen fôr- og beitevekster tyder på at nordlige vekstforhold kan gi høyere sukkerinnhold og lavere proteininnhold enn i sør. Ett studium tyder også på mer fordøyelige timoteistengler i nord enn ved sørligere klima, ved tilsvarende utviklingsstadium. For nordnorske kjøtt- og melkeprodukter foreligger få studier med sammenligning av kvalitet for ulike klimaforhold nasjonalt eller internasjonalt. Dermed er det ikke et tilstrekkelig vitenskapelig grunnlag for å drøfte særegne egenskaper.

Flere undersøkelser i både kontrollert klima og under praktisk dyrking er nødvendig for å vise til mer omfattende dokumentasjon av *Arktisk kvalitet*. For flere produkter mangler spesielt resultater fra akkrediterte sensoriske undersøkelser, samt mer helhetlige kartlegginger av innholdsstoffer i flere plantearter ved nordlige klimaforhold. Denne rapporten kan gi et grunnlag for videre prioritering av slik forskning innen land- og naturbruksnæringen.

1 Innledning

Spesielle dyrkingsforhold i nord

Til tross for beliggenhet nord for polarsirkelen har vi brukbare vilkår for plantevekst. Dette takket være Golfstrømmen som gir stabile frostfrie perioder, og den lange daglige fotosynteseperioden om sommeren. Disse klimaforholdene bestemmer hvilke planter som kan vokse i nord, men setter samtidig sitt preg på egenskaper som utseende, smak, konsistens og innhold av bioaktive stoffer. Det er også mulig at beite- og fôr kvalitet kan påvirkes og føre til spesielle egenskaper i melke- og kjøttprodukter. I denne rapporten definerer vi *Arktisk kvalitet* som de utslag naturforholdene gir på produkter fra nordnorsk land- og naturbruk. Dette omfatter dokumenterte kvalitetsfortrinn, men også spesielle særegenheter ved produkter, naturgrunnlag og tradisjoner som kan skape forventninger og tillit hos forbrukerne.

Begrepet *Arktisk kvalitet* har sitt utspring i Utviklingsprogrammet for Arktisk Landbruk «Mye lys og lite varme» som landbruksnæringen selv har utarbeidet (Nordnorsk Landbruksråd 2013). Arktisk landbruk er her synonymt med landbruket i Nord-Norge (Nordland, Troms og Finnmark). Et av målene har vært å definere særpreget til produkter fra disse nordlige regionene. Selve ordet *arktisk* kan i vid sammenheng ha mange ulike definisjoner. Det kan knyttes til veksttemperatur, og være avgrenset til et område med lavere middeltemperatur enn 10 °C i juli (angitt som arktisk isoterm på et kart). En geografisk definisjon kan avgrense Arktis til hele området nord for polarsirkelen (66,3 °N). I tillegg finnes kombinasjoner av geografiske og politiske definisjoner som for eksempel medlemskap i Arktisk Råd (Skandinavia, Finland, Russland, Grønland, Island, Færøyene, Canada og Alaska).

Produkter med egenart etterspørres

De siste tiårene har interessen for spesielle matprodukter økt, med trender i retning av lokal, kortreist og helsefremmende mat. I denne perioden er det også mottatt finansiell støtte til en rekke forskningsprosjekter der virkning av nordlige dyrkings- og naturvilkår har vært under lupen. I disse, og i noen tidligere studier, er det analysert for både potensielt helsefremmende forbindelser og sensoriske egenskaper (utseende, lukt, smak, konsistens). Undersøkelsene er utført i flere land og resultatene er publisert i vitenskapelige artikler og også oppsummert i fagartikler, foredrag m.m. Det foreligger imidlertid ingen samlet oversikt og vurdering av slik forskning, der resultatene er tolket og drøftet opp mot *Arktisk kvalitet*. Dette er nødvendig for å klarlegge hva som er overordnede virkninger av klimaforholdene. Det vil si hva som er entydige resultater for ulike vekstgrupper og enkeltprodukter, og hva som er tydelige fortrinn ved nordlig produksjon. En gjennomgang av denne forskningen vil også gi en oversikt over hvilke undersøkelser som fortsatt mangler.

Parallelt med en generelt økt interesse og betalingsvilje for spesielle produkter hos forbrukerne, kan markedsføring av dokumenterte *arktiske* fortrinn gi en merverdi ved salg av nordnorske produkter. Dessverre er slik dokumentasjon svært tidkrevende og kostbar å gjennomføre når flere egenskaper skal undersøkes og analyseres ved ulike klimavilkår. I tillegg kan variasjoner i forsøksbetingelser (f.eks. mellom år) og metoder i enkeltundersøkelser gi utydelige og tidvis motstridende resultater. Selv tydelige resultater i én studie kommer heller ikke alltid til uttrykk i praktisk produksjon. Derfor kreves flere undersøkelser, med samsvarende resultater, før en kan trekke konklusjoner om eventuelle fortrinn ved dyrkingsforholdene.

Indirekte virkninger av klima og natur

Kjølig klima og begrensede arealer har gjort at det er relativt små produktkvanta som produseres i nord. For å få solgt produktene fokuseres derfor ofte på kvalitet framfor kvantitet. Slik kvalitet kan være knyttet til egenskaper ved selve produktet, som er det vi undersøker i denne rapporten. Men i tillegg kan det fremheves en del indirekte kvalitetsfortrinn følge av klima- og naturforholdene som ikke er tema for denne rapporten. Et eksempel her er det relativt lave påtrykket av alvorlige skadegjørere og

smittsomme sykdommer, som igjen begrenser behovet for sprøytemidler og medisinbruk. På den annen side kan det også oppstå ulemper som følge av kjølige og ustabile produksjonsforhold. Et eksempel her er sein vekst og dårlig modning som kan gi økt risiko for fysiske skader på produkter og redusert motstandsevne mot ulike skadegjørere. Kjølig klima begrenser også dyrking av nitrogenfikserende belgvekster, og forsinker nedbryting og frigiving av næringsstoffer fra organisk materiale i jorda. Dette er spesielt utfordrende i økologisk dyrking. Uansett, flinke produsenter og gode produsentmiljøer i nord satser optimistisk og ser ut til å lykkes. Det kan være en kvalitet i seg selv i markedsføring av produkter.



Aktivt produksjonsmiljø.

Foto: Ulrike Naumann, Tromspotet

2 Hva er kvalitet?

Ordet *kvalitet* stammer fra det latinske ordet *qualitas* som betyr *hvordan* eller *hva slags*. Det refererer til ulike tings måte å være på, beskaffenhet eller spesifikk karakter, inkludert sanseinntrykk. Til vår bruk er det likevel ikke mulig å definere begrepet med absolutte kriterier. Det skyldes at forbrukere er ulike og har sine egne oppfatninger og ønsker. En mer generell definisjon er derfor: «...evnen til å tilfredsstille kundens eller brukerens krav og forventninger...» (Gundersen og Hallbo 2014). En slik definisjon vil omfatte både synlig kvalitet, erfaringsbasert kvalitet og tillitsbasert kvalitet (Darby og Karni 1973). I bunnen for begrepet *Arktisk kvalitet* kan alle de forannevnte egenskapene ligge, med tillegg for en idé om at noen av disse kan endres som følge av nordlig klima og opprinnelse.

I vitenskapelig dokumentasjon av kvalitet hos råvarer og matprodukter er det egenskaper som utseende og farge, næringsinnhold, helsegode stoffer, lukt, smak og konsistens og egnethet til ulike typer bearbeiding og bruk, som ofte undersøkes. Men hos forbrukerne er det også økende interesse for hvor og hvordan maten er produsert, om den er kortreist, om den er produsert på en bærekraftig og etisk forsvarlig måte, om den er fri for helsefarlige stoffer (mattrygghet) m.m. Dette er 'tillitsbaserte' egenskaper, som beskrevet ovenfor. Det er derfor viktig å ha klart for seg at det ikke alltid er dokumenterte produktegenskaper som har størst markedsmessig betydning.

En beslutning om kjøp av et matprodukt baseres også på 'innpakningen'. Her menes ikke bare utseendet, men også særegenheter, historier og tradisjoner knyttet til produktet. Egenartet sortsmateriale, unike naturbetingelser og kulturhistorie passer godt inn her, og det hjelper godt på om rådende trender og mediefokusering går i samme retning. For slike kvaliteter vil det være et begrenset behov for forskning og dokumentasjon, men desto større behov for merkevarebygging.



Opprinnelse og naturforhold kan også være en kvalitet.

Foto: Odd-Arild Finnes, NIBIO

3 Naturforhold og plantevekst

Fotosyntesen ligger i bunnen

Landbruk og naturbruk i arktiske områder er avhengig av fotosyntesen. Dette er en livsviktig kjemisk prosess i grønne planter, som omdanner karbondioksid og vann til energirike forbindelser (karbohydrater) med oksygen som et biprodukt. Prosessen krever energitilførsel i form av sollys, og temperaturer helst over 5 °C for landbruksvekster. Med beliggenhet over Polarsirkelen (66,3 °N), kan en i utgangspunktet forvente svært reduserte muligheter for fotosyntese og plantevekst. Det er bare å se på tilsvarende nordlige områder ellers rundt på kloden. Men nærheten til oppvarmet hav langs kysten (som følge av Golfstrømmen) kombinert med lange dager med midnattssol, gjør det umulige mulig for mange plantearter.

Skeiv jordakse gir midnattssol i nord

Jordas rotasjonsakse, med en helning på 23,4 grader i forhold til banen rundt solen, bidrar også til en brukbar vekstsesong i Nord-Norge. Denne skjevheten fører til varierende årstider rundt om på kloden, og perioder med midnattssol om sommeren nord for Polarsirkelen. Lengden på midnattssolperioden øker med nordlig breddegrad. Longyearbyen helt oppe ved 78,2 °N har f.eks. midnattssol i 125 dager, mens Tromsø ved 69,7 °N har en periode på 63 dager (Kaurin et al. 1985).

Midnattssol med lys døgnet rundt, altså 24 timers fotoperiode, er likevel ikke ensbetydende med fotosyntese hele døgnet. Det lyset som plantene krever for å vokse må være av en viss intensitet for å gi netto vekst, og antall timer i døgnet med slikt lys kalles fotosynteseperiode. For eksempel i Tromsø (69,7 °N), med kontinuerlig lys mesteparten av sommeren, er det bare omtrent to tredjedeler av døgnet som har nok vekstlys. Til sammenligning har Grimstad (58,3 °N) i Sør-Norge, med en daglengde på 18-19 timer, nok vekstlys i vel halve døgnet (Johansen et al. 2017). Den lange daglige fotosynteseperioden i nord kan kompensere for de lave temperaturene, og gjøre det mulig å produsere mat ved høye breddegrader. Og for plantearter med lave temperaturoptimum for vekst og utvikling, kan både veksttid og avling være nokså lik for både nordlige og sørlige områder i Norge og Norden. For eksempel for kålrot (Hårdh et al. 1977), timotei (Nordheim-Viken et al. 2009) og brokkoli (Johansen et al. 2017).

Lav sol, mer mørkerødt lys

Helningen på rotasjonsaksen fører også til at sola står lavere på himmelen jo lenger nord en kommer. Endringene i solhøyden mellom dag og natt blir også gradvis mindre mot nord. For Nord-Norge gir dette lange grålysingsperioder om våren og høsten, med lys hele døgnet selv når sola er under horisonten. Om sommeren er også sola lavt over horisonten flere timer om natten. Lenger sør er grålysningene kortere og det er mørkt om natten.

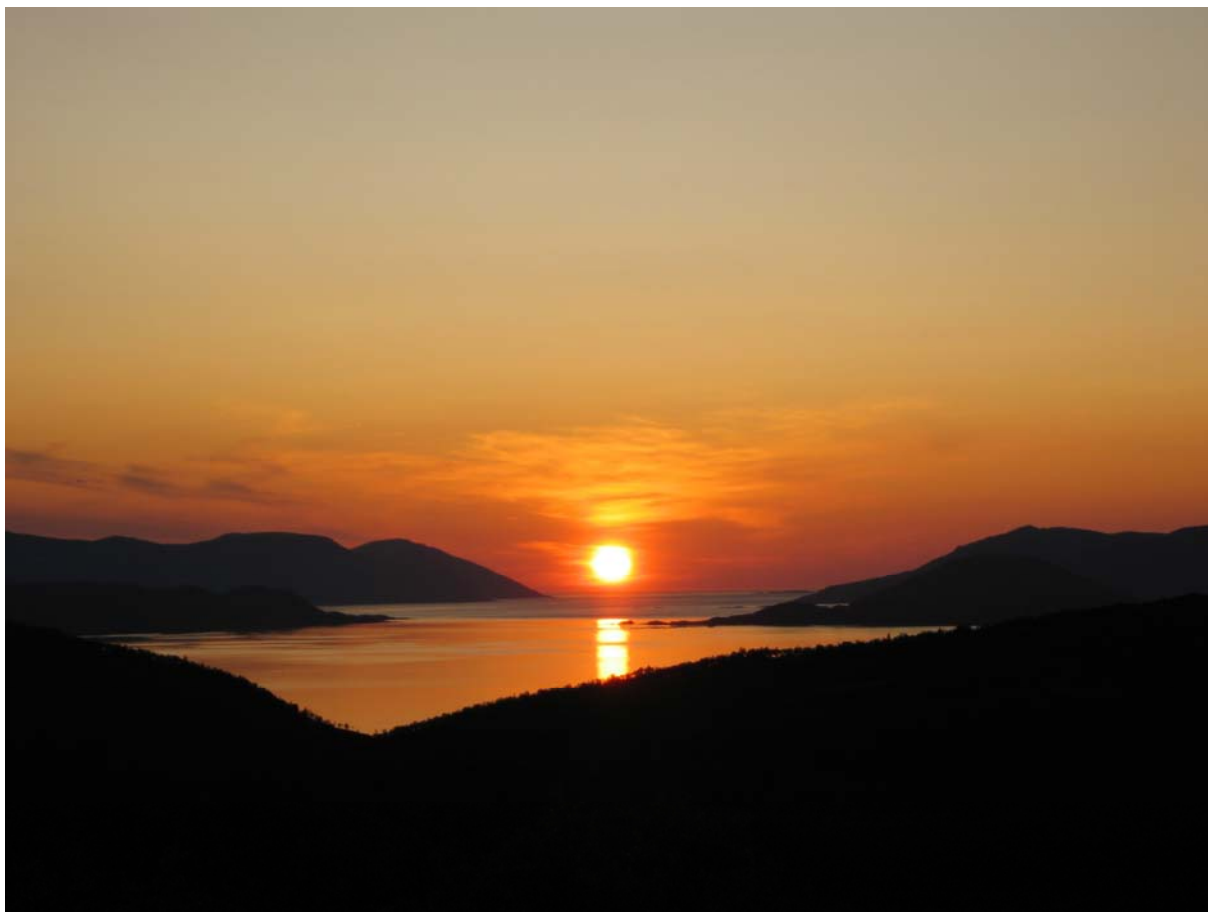
Den lave midnattssola like over horisonten gjør at sollyset brytes annerledes i atmosfæren enn ved større solhøyde. Resultatet er en spesiell fargesammensetning (spektralfordeling) med en noe høyere andel mørkerødt lys på bekostning av rødt lys i lange perioder om natten. Planter har normalt indre mekanismer som måler nattlengden (= mørke) og kan dermed regulere sin vekst og utvikling etter årstiden. Men, også den økte andelen mørkerødt lys kan oppfattes av plantene og påvirke planteutviklingen, spesielt med hensyn til form, størrelse og tekstur i plantene.

Mindre lysintensitet i nord gir lavere temperaturer

Den lave solhøyden (i forhold til horisonten) i nord gir mindre solenergi per flateenhet enn i sør. Dette skyldes at den samme energimengden blir fordelt på en større flate enn når sola står høyt på himmelen. I tillegg tapes noe energi ved at solstrålene må passere en lengre strekning gjennom atmosfæren (Nilsen 1985). Temperaturen på bakkenivå er et resultat av balansen mellom

solinnstråling og varmeutstråling fra jordoverflaten, samt været, atmosfæriske forhold, topografi, havstrømmer m.m. I sum blir det derfor lavere temperaturer jo lenger nord vi kommer, og plantene vokser og modnes seinere.

Lave veksttemperaturer og høy innstråling midt på dagen under fotosyntesen kan i noen tilfeller føre til stress for plantene og dannelse av ustabile kjemiske forbindelser (frie radikaler, oksidativt stress). Som respons på dette kan plantene øke innholdet av beskyttende pigmenter (fargestoffer) mot stråling, og dermed få et høyere innhold av såkalte antioksidanter. Noen ganger resulterer dette i kraftigere rødfarger i f.eks. bær og grønne deler. Høyt innhold av løselig sukker er også en kuldetilpasning, og lav dyrkingstemperatur kan bidra til mer søtsmak i noen planteprodukter.



Unike lysforhold med midnattssol i det nordlige Norge.

Foto: Jørgen Mølmann, NIBIO

4 Forskningsmetoder og tolking av resultater

Dokumentasjon krever god kontroll

Dokumentasjon av klimaets ulike virkninger på plantevekst og kvalitet krever nøye oppsett av forsøk under kontrollerte dyrkingsforhold. I klimargulerte dyrkingskammer kan vi ha nøyaktig kontroll på en eller flere vekstbetingelser gjennom plantens livsløp. En starter ofte med å teste virkningene av én faktor om gangen (f.eks. temperatur), mens øvrige faktorer som lys, jordart, vann- og næringstilgang og luftfuktighet holdes mest mulig likt. Dette skyldes at resultatet for en faktor ofte kan påvirkes av en av de andre faktorene (f.eks. daglengde). Dette kalles samspill og kan fanges opp og studeres ved å variere to eller flere faktorer samtidig (f.eks. temperatur og daglengde).

Lignende undersøkelser kan og bør gjennomføres under naturlige klimaforhold utendørs, men også da med mest mulig kontroll og overvåking av vekstbetingelsene. Et eksempel her er såkalte 'semi-feltforsøk' der en bruker samme sort, jord og gjødsling, og gjennomfører forsøkene i store pottes på steder med ulikt klima for å fange opp virkningen. Men selv da vil naturlig variasjon i ulike vekstfaktorer (temperatur, lys, fuktighet, osv.) gjøre det vanskelig å avgjøre nøyaktig som påvirker resultatene mest. Generelt kan en kanskje si at jo mindre kontrollert forsøket er, jo flere ganger må det gjentas før konklusjoner kan trekkes. Det er ikke helt uvanlig at to forsøk kan gi motstridende resultater.



*Klargjøring til forsøk i
klimalaboratorium (UiTø).*

Foto: Tor J Johansen, NIBIO

Finnes sikre resultater?

Forskere konkluderer ofte med at det er statistisk sikre forskjeller mellom resultater, for eksempel for sukkerinnhold i et produkt ved to ulike dyrkingstemperaturer. I en statistisk analyse er slik sikkerhet basert på en lav sannsynlighet for at forskjellene er tilfeldige, f.eks. mindre enn 5 % ($p < 0,05$). Det betyr at det da er minst 95 % sannsynlighet for at forskjellene mellom ulike målte størrelser er reelle. I praksis innebærer det at i gjennomsnitt ett av 20 tilfeller (5 %) med statistisk sikker forskjell har feil konklusjon. Statistisk sikkerhet er altså ikke 'bevis', men en viss sannsynlighet for at forskjellige resultater er reelle og ikke tilfeldige.

Selv om en finner statistisk sikre forskjeller mellom egenskaper ved ulike klimaforhold, er det viktig å drøfte betydningen det har, og om det bør framheves. Ofte er det slik at valg av sort kan ha større betydning enn klimaet. Og små forskjeller ved ulike temperaturer i kontrollerte forsøk kan ofte være vanskelig å gjenfinne i praktisk produksjon på friland. Dette kan skyldes kompliserte samspill mellom mange ukontrollerte enkeltfaktorer som kan maskere virkningen av én enkeltfaktor.

Forskningsresultater gir ellers sjelden utslag i samme retning for alle egenskaper. For eksempel kan et fordelaktig resultat ved dyrking i lave temperaturer for en egenskap (f.eks. søt smak i gulrot) oppstå samtidig med et negativt resultat for en annen egenskap (lavere karoteninnhold). I noen tilfeller vil dette kreve noe reservasjon ved omtale (og markedsføring) av positive egenskaper.

Arktisk kvalitet – også for melk og kjøtt?

Også for melke- og kjøttprodukter kan *Arktisk kvalitet* være relevant, da fôr- og beiteplanter som vokser i nord kan ha en annen artssammensetning eller et annet kjemisk stoffinnhold enn lenger sør. Dette kan igjen ha betydning for kvalitet og forbrukernes preferanser for de varene som produseres. For disse varene vil det da være en indirekte sammenheng mellom klimaforhold og produktkvalitet. Klimaet og naturen påvirker også beiteaktivitet, som igjen kan påvirke innholdsstoffer og sensorisk kvalitet i kjøtt og melk. Ved slike indirekte påvirkninger, kan de mange kompliserte sammenhengene derfor trekke i mange retninger med hensyn til den endelige målbare kvaliteten.

Det er også et spørsmål om dokumenterte innholdsstoffer og eventuelle smaksforskjeller er det viktigste for forbrukere av kjøtt. I en undersøkelse av kjøpsviljen for lammekjøtt fra Norge, Italia og New Zealand, og fra lavland og fjellbeite, viste det seg at både norske og italienske forbrukere foretrakk kjøtt fra eget land. Altså hadde opprinnelse stor betydning (Hersleth et al. 2012). I tillegg var interessen for kjøtt fra fjellbeite større enn for kjøtt fra lavlandet. Dette viser at faktorer som geografisk opprinnelse og beiteforhold gir forventninger om kvalitet, uavhengig av eventuelle forskjeller i stoffinnhold. Det er også studier som tyder på at opplevelse av ulik smak eller andre sensoriske kvaliteter henger sammen hva forbrukerne er vant med. Blant europeiske forbrukere er det for eksempel to hovedgrupperinger i lammekjøttpreferanser; om kjøttet er produsert på melk og kraftfôr eller grasbasert fôr (Sañudo et al. 2007). Videre er dyrerace ofte viktigste faktor for sensorisk kvalitet på kjøtt (og melk), i tillegg til slaktealder og kjønn. I nevnte europeisk studie, ble for eksempel høyeste mørhetsverdier funnet i kjøtt av islandsk sau.

5 Vekstforhold og produktegenskaper

De omtalte og særegne naturforholdene i nord kan, enkeltvis og i kombinasjon, antas å gi en endret og særegen kvalitet hos plantene. I tillegg kan de samme naturforholdene påvirke dyr som beiter eller føres på slike planteressurser. I dette kapitlet følger vår oppsummering av vitenskapelig publiserte artikler om temaet, med referanser. Vi har også tatt med noen studier av klimaeffekter på egenskaper hos plantemateriale til videre formering (settepotet), selv om det ligger i grenseland for vår hovedproblemstilling. Det samme gjelder noen særegne produkter fra tradisjonelle planteslag som åpenbart er godt tilpasset nordlig klima. For hver vekstgruppe er det laget et sammendrag for å gi en oversikt uten å måtte lese om alle enkeltstudiene.

5.1 Vegetabiliske produkter

5.1.1 Kålvekster

Sammendrag: Kålvekstene (*Brassica* spp.) brokkoli, kålrot, hodekål og grønnkål er grønnssaker med lange tradisjoner i Nord-Norge. Det kjølige klimaet med lange dager gir et karakteristisk utseende for brokkoli, med særlig store knopper og jevn farge på brokkolihodet. Brokkoli og kålrot har begge lite bittersmak ved kjølig dyrkingsklima, trolig på grunn et lavere innhold av enkelte bitterstoffer (glukosinolater). Totalt innhold av sukker påvirkes lite av forskjellige dyrkingsforhold for kålvekstene, men for kålrot er likevel søtsmak mer fremtredende ved lave enn ved høyere dyrkingstemperaturer. Innhold av vitamin C er generelt lite påvirket av de klimaforskjellene som er undersøkt. Kjølige dyrkingsforhold gir også sprøere og saftigere konsistens, og friskere smak for både brokkoli og kålrot. Det er likevel uklart hvilke klimaforskjeller som skal til i praksis for å påvirke disse egenskapene, spesielt for brokkoli som bortsett fra form og utseende var svært lik ved dyrking sør og nord i Norge. For hodekål og grønnkål er det få studier, og ingen klar virkning av klimaforhold på innholdsstoffer.

Brokkoli (*B. oleracea* var. *italica*)

Steindal et al. 2013 (Dyrking ved ulike daglengde og temperatur i kontrollert klima): I denne undersøkelsen ble brokkoli dyrket i kunstig lys ved to ulike temperaturforhold (15/9 °C, dag/natt, og tilsvarende ved 21/15 °C). Dette ble kombinert med to daglengder (12 og 24 t) for å simulere nordlige og sørlige vekstforhold. Buketter fra de modne brokkolihodene ble analysert for innhold av glukosinolater, vitamin C, flavonoler og sukkerstoffer.

Resultatene viste at totalinnholdet av glukosinolater var klart høyest ved den høyeste dyrkingstemperaturen. Daglengden var uten betydning for totalinnholdet, men så ut til å påvirke enkelte glukosinolater ulikt. Innholdet av vitamin C hadde ingen entydig sammenheng med verken temperatur eller daglengde. Det var likevel høyest innhold ved en kombinasjon av lav temperatur og kort dag, altså forhold typisk for høstdyrking ved lave breddegrader. Innholdet av flavonoidene quercetin og kaemferol var høyest ved høy temperatur kombinert med kort dag, tilsvarende vår- eller sommerdyrking ved lave breddegrader. Totalt sukkerinnhold (glukose, fruktose og sukrose) ble ikke påvirket av de ulike temperatur- og daglengdeforholdene.

Mølmann et al. 2015 (Dyrking ved ulike temperaturer og daglengder i kontrollert klima og semifelt): Brokkoli ble dyrket i klimakammer med naturlig lys ved ulike temperatur (12 og 18 °C) kombinert med to daglengder (12 og 24 t). I tillegg ble det anlagt to semifelt utendørs med brokkoli i pottes (dvs. lik jord og gjødsling) i Tromsø (70 °N) og Grimstad (58 °N). Det ble analysert for sensorisk kvalitet samt innhold av glukosinolater, flavonoler og vitamin C.

Kombinasjonen av høy temperatur (18 °C) og lang dag (24 t) i klimakammerforsøkene ga tidligst utvikling av modne brokkolihoder, men disse hadde noe mindre størrelse enn ved 12 °C dyrkingstemperatur. Det var en klar tendens til at lang dag kombinert med lav dyrkingstemperatur ga brokkolien et karakteristisk utseende med store knopper. For søt smak var det små forskjeller mellom de ulike dyrkingsbetingelsene. Resultatene ble i stor grad bekreftet i semifeltene i Tromsø og Grimstad. Det sørligste dyrkingsstedet utmerket seg ellers med noe hardere og sprøere, men også mer fibrete buketter.

For innholdsstoffene var det ikke entydige virkninger av temperaturer og daglengder. En gruppe glukosinolater (alifatiske) så ut til å favoriseres av lave temperaturer og lange dager (nordlig klima) mens den andre gruppen favoriseres av høye temperaturer og korte dager (sørlig klima). Den høyeste dyrkingstemperaturen ga størst innhold av flavonoider, mens innholdet av C-vitamin ikke ble påvirket.

Steindal et al. 2015a (Bruk av ulike lyskvaliteter i kontrollert klima): Ved breddegrader over Polarsirkelen består nattlyset om sommeren hovedsakelig av mørkerødt lys. Det ble derfor undersøkt om dette kunne påvirke kvaliteten. Brokkoli ble dyrket ved 15 °C og 12 t vekstlys per døgn. De ulike behandlingene besto av tilleggsbelysning med LED-lys (lysdioder; blått, rødt, mørkerød og rødt/mørkerødt) etter hodedannelse.

Resultatene viste at tillegg med mørkerødt lys førte til mer langstrakte planter, og lavere totalinnhold av glukosinolater enn ved øvrige behandlinger. Av flavonolene var innholdet av quercetin noe forhøyet ved rødt tillegg. Innholdet av C-vitamin og løselig sukker ble ikke påvirket av de ulike lysbehandlingene.

Johansen et al. 2017 (Dyrking ved ulike breddegrader): I en treårig studie ble sorten 'Lord' dyrket utendørs i pottes med standardiserte vekstbetingelser fire ulike steder i Europa (Tromsø og Grimstad i Norge, Berlin i Tyskland og Pontevedra i Spania) med hensikt å studere effekten av temperaturer og lysforhold på vekst og kvalitet.

Resultatene viste at utviklingstiden fra planting i juni til høstmodne brokkolihoder var på under to måneder både i Norge og Tyskland. Modningen tok noe lenger tid i Spania ved sommerdyrking og var spesielt sein ved høstdyrking. Det ble konkludert med at de nordligste dyrkingsstedene dro fordel av lange dager med fotosyntese, og nær optimale temperaturforhold (ca. 15 °C) under selve hodedanningen.

Ved den sensoriske bedømmingen av dampede brokkolibuketter skilte det nordligste dyrkingsstedet seg klart ut med store, jevnt fargede knopper på brokkolihodet og lite hvithet. Det var en tydelig nord-sør tendens for disse egenskapene. For øvrige egenskaper (lukt, smak, konsistens) var det liten forskjell på brokkoli fra de to norske dyrkingsstedene, men begge steder utmerket seg med syrligere (friskere) smak enn for sommerdyrket brokkoli med sørligere opprinnelse. Høye dyrkingstemperaturer ga her også mer bittersmak, kålsmak (svovel) og emmensmak (ufrisk) enn for den norske brokkolien.

Egenskaper som sprøhet, saftighet og hardhet var mer fremtredende for den norske brokkolien enn for den tyske. Høstdyrket brokkoli fra Spania, under lave temperaturer og kort dag, hadde imidlertid utseende, lukt og smak omtrent som norsk brokkoli. Samtidig var konsistensegenskapene mest lik brokkoli dyrket i Tyskland. Samlet sett tyder resultatene for brokkoli på kompliserte samspill mellom temperaturer og daglengde, spesielt for utseende og konsistens.



Smakfull brokkoli med store knopper i nord.

Foto: Jørgen Mølmann, NIBIO

Kålrot (*B. napus* ssp. *rapifera*)

Dragland 1968 (Vitamin C-innhold nord og sør i Norge): Røtter ble samlet inn fra forsøksfelt med sortene 'Bangholm' Wilby Øtofte XI og 'Trønder' Brandhaug, fra Holt (Tromsø), Kleiva (Sortland), Rå (Borkenes), Ås (NLH) og Jeløy (Moss) i 1965-1966. Analysene viste at dyrkingsforholdene (stedene), med omtrent 3-4 grader forskjell i middeltemperatur nord-sør, ikke førte til sikker forskjell i vitamin C-innholdet.

Hårdh et al. 1977 (Dyrking ved ulike breddegrader i Skandinavia): Arbeidet inngikk i en studie av dyrkingsstedets/klimaets innvirkning på vekst, avling og kvalitet på en rekke grønnsakstyper i årene 1972-1974. Innhold av vitamin C og sukker ble undersøkt for kålrot sammen med en smaksvurdering. For kålrot var det ikke entydig forskjell i sukkerinnhold mellom nord og sør i Norge, mens innholdet av vitamin C var noe høyere i nord. I Sverige var det klart høyest sukkerinnhold i nord, og noe større gjennomsnittlig innhold av vitamin C. En enkel smaksvurdering av norsk kålrot konkluderte med best smak for det nordligste dyrkingsstedet (Tromsø).

Suzuki and Cutcliffe 1981 (Sukker og spisekvalitet i kålrot): Høstetidens betydning for kvalitet ble undersøkt i en toårig studie nord i Canada. Resultatene viste at utsatt høsting (oktober-november) øker sukkerinnholdet i kålrota og kan gi bedre spisekvalitet, spesielt med hensyn til konsistens og søtsmak. Det var imidlertid forskjeller mellom årene, og optimal høstetid var påvirket av både temperaturer og nedbør. Forfatterne pekte også på glukosinolater som kilde til den totale smaksopplevelsen.

Shattuck et al. 1991 (Virkning av lave temperaturer på sukker - og glukosinolatinnhold i kålrot): Kålrot ble dyrket i veksthus med kjølebehandlinger i 11 dager før høsting. Lave temperaturer

før høsting økte totalt sukkerinnhold med opptil 10 % og reduserte det totale glukosinolatinnholdet med 29 %.

Johansen et al. 2016 (Dyrking ved ulike temperaturer i klimakammer): Kålrot ('Vigod') ble dyrket i klimakammer i pletter ved lave (9 °C), middels (15 °C) og høye (21 °C) temperaturer, og kombinasjoner av disse. Etter høsting ble røttene analysert for sensoriske egenskaper og innhold av glukosinolater, vitamin C og løselig sukker. Røtter dyrket ved de laveste temperaturene ble sprøere og saftigere, og smakte friskere og søtere enn ved høy temperatur. Høy temperatur fremmet også mer bittersmak og mer trevlete røtter. Denne bittersmaken var trolig forårsaket av et høyt innhold av glukosinolatet progoitrin. Dyrking ved 15 °C ga resultater mellom disse ytterpunktene. Innholdet av vitamin C var høyest ved den høyeste dyrkingstemperaturen. Det totale sukkerinnholdet viste ingen entydig sammenheng med dyrkingstemperaturene, men var lavest ved konstant 21 °C.

Mølmann et al. 2017 (Dyrking ved ulike daglengder (fotoperiode og fotosynteseperiode) i klimakammer): Kålrot ('Vigod') ble dyrket i pletter ved konstant 15 °C i naturlig lys. Effekten av ulike daglengder (12 og 24 t) og vekstlysperioder på (12 og 18 t) på sensorisk kvalitet og innhold av glukosinolater, vitamin C og løselig sukker ble undersøkt. Selve daglengden hadde ikke innvirkning på vekst og utvikling hos plantene, og heller ikke på de sensoriske egenskapene. Derimot var det lavere innhold av glukosinolater ved lange lysperioder (24 t) enn ved kort dag (12 t). Dette skyldes trolig plantens behov for et mørkeavbrudd om natta for optimal produksjon av glukosinolater. Lange dager med 18 t vekstlys (lang fotosynteseperiode) ga raskest vekst og større røtter enn ved 12 t vekstlys. Disse større røttene var noe mer trevlete, men mer syrlige (friske), søtere, mindre bitre, og hadde mindre kålsmak (svovel) enn kortdagsrøttene. Ingen av daglengdebehandlingene hadde sikker innvirkning på innholdet av vitamin C eller løselig sukker.



Effektiv innhøsting av «nordens appelsin».

Foto: Ulrike Naumann, Tromspotet

Grønncål (*B. oleracea* convar. *acephala* var. *sabellica*)

Steindal et al. 2015b (Dyrking ved ulike temperaturer og daglengder med påfølgende kuldetilvenning): Grønncål ble dyrket i pottes ved to ulike temperaturregimer; 21/15 og 15/9 °C (dag/natt), kombinert med to daglengder (12 og 24 t). Etter 11 ukers vekstperiode ble halvparten av plantene høstet, og resten plassert ved trinnvis lavere temperaturer (6 – 3 – 0.5 °C) i en 5 ukers periode for økt frysetoleranse. Innholdet av glukosinolater, fettsyrer og løselig sukker ble undersøkt for alle behandlinger, og i tillegg ble frosttoleranse målt. Studien viste generelt liten virkning av veksttemperaturer og daglengde på innholdet av glukosinolater, fettsyrer og sukker. Lav temperatur (høstsimulering) etter vekstperioden førte til et lavere glukosinolatinnhold og et økt sukkerinnhold sammen med økt frostherdighet. Det totale innholdet av fettsyrer ble også lavere, men med en noe økt andel av de flerumettede fettsyrene.

Hodekål (*B. oleracea* var. *capitata*)

Dragland 1968 (Vitamin C-innhold nord og sør i Norge): På samme måte som for kålrot (se foran) ble kålhoder fra Holt (Tromsø), Kleiva (Sortland), Rå (Borkenes), Ås (NLH) og Jeløy (Moss) i 1965-1966 analysert for vitamin C. Sortene 'Håløygen' Lunde og 'Ditmarsker' Toftegaard var med ett eller begge årene. Analysene viste, som for kålrot, at forskjellene i dyrkingsforhold mellom forsøksstedene ikke førte til sikker forskjell i vitamin C-innholdet.

5.1.2 Gulrot

Sammendrag: Gulrot (*Daucus carota* ssp. *sativus*) er den grønnsaken vi spiser mest av her til lands. Den dyrkes over store deler av verden både i kalde og varme strøk. Gulrot er kjent for sitt høye innhold av beta-karoten og har også et høyt innhold av kostfiber. Alle forsøk viser at gulrot dyrket i sør ved høye temperaturer har sterk farge, noe som skyldes et generelt høyere karoteninnhold ved slike dyrkingsforhold. Røtter fra nord har gjerne en lysere farge med innslag av hvithet. Sukkerinnhold er ikke entydig forskjellig mellom nord og sør, men røttene dyrket i kjølig klima smaker likevel oftest søtere på grunn av mindre bitterstoffer og dermed mindre bitter smak.

Balvoll et al. 1975 (Dyrking nord og sør i Norge): Gulrotprøver av samme sort (Nantes nr. 20) dyrket i Troms ble sammenlignet med tilsvarende prøver fra Rogaland, Vestfold og Østfold (til sammen 63 prøver over fire år). Middeltemperaturen i veksttida var 14,1 °C i Sør-Norge og 10,1 °C i Troms. Undersøkelsene viste at gulrot fra Nord-Norge hadde seinere utvikling og lavere rotvekt enn i sør. Den hadde også lavere karoteninnhold og dårligere farge ved høsting. Innholdet av sukker var ikke sikkert forskjellig mellom dyrkingsstedene.

Smak, konsistens, utseende, og totalinntrykk ble analysert ved Statens Institutt for Forbruksforskning. Her viste resultatene at det ikke var sikker forskjell mellom dyrkingsstedene med hensyn til smak. Også for utseende, konsistens og totalinntrykk var det små forskjeller, men forfatterne konkluderer med en jevnt over noe dårligere kvalitet i nord. Forskjeller i temperaturforhold og dermed ulik utvikling på gulrota er angitt som forklaring på disse forskjellene.

Hårdh et al. 1977 (Dyrking ved ulike breddegrader i Skandinavia):

Arbeidet inngikk i en studie av dyrkingsstedets/klimaets innvirkning på vekst, avling og kvalitet på en rekke grønnsakstyper i årene 1972-1974 i Norge, Sverige og Finland. Fargeintensitet og innhold av karoten og sukker ble undersøkt for gulrot sammen med en enkel smaksvurdering. Fargeintensitet og

karoteninnhold var generelt lavest i nordlige røtter. Det totale sukkerinnholdet var derimot størst lengst nord, unntatt for Norge hvor det var noe høyere i Midt-Norge (Kvithamar) enn i Tromsø. For gulrot ble det ikke registrert noen forskjeller i smak mellom dyrkingsstedene.

Rosenfeld et al. 1997b (Dyrking nord og sør i Norge): I første forsøksåret (1995) ble gulrotprøver av en rekke tilfeldige sorter kjøpt inn fra 10 nordnorske dyrkere i Fauske (Nordland) og 10 andre prøver fra dyrkere i Oslofjordområdet. Året etter ble fem definerte sorter dyrket tre steder i nord (Fauske, Kvæfjord, Tromsø) og tilsvarende tre steder i sør (Lyngdal, Ås, Nord-Odal). Begge år var det jevnt over kjølige dyrkingsforhold i nord og varmt i sør (ca. 4 °C forskjell i middeltemperatur). Det ble utført sensoriske analyser av røttene (17 egenskaper innen farge, lukt, smak og konsistens) av et sensorisk laboratorium. Analysene viste, med få unntak, at saftighet, syrlig (frisk) smak, søt smak og liten fargeintensitet var karakteristisk for de nordligste røttene, mens sterkere farge, bitter smak, jordsmak og ettersmak var blant de mest karakteristiske egenskapene for gulrot fra sør.

Rosenfeld et al. 1997a, basert på data fra Baardseth et al. 1995, 1996 (Gulrotsorter beregnet til chips dyrket seks steder fra nord til sør i Norge): Fem ulike sorter gulrot ble dyrket i forsøksfelt på sandjord fra Pasvik i nord til Grimstad i sør i 1992. Det var gjennomgående lave veksttemperaturer de tre nordlige forsøksstedene (Pasvik, Harstad, Namdal), med 8,1-11,6 °C i middeltemperatur (juni -september) og tilsvarende høyere ved de tre sørlige stedene (Lærdal, Rygge og Grimstad) med 13,1-14,8 °C). De sensoriske analysene av røttene ble gjennomført ved et sensorisk laboratorium. Sukkerinnholdet viste seg å ikke ha noen sammenheng med dyrkingssted/klima. Røtter fra stedene med lav temperatur (nord) var lysere og hadde høye verdier for søt smak, mens oppfattelse av bitterhet (bitter smak, jordsmak, terpensmak og ettersmak) var mest karakteristisk for høye dyrkingstemperaturer (sør).

Rosenfeld et al. 1998, 1999 (Dyrking i klimakammer ved ulike faste eller varierende døgntemperaturer): Røttene ble dyrket ved naturlig lys i klimalaboratorium på Ås og Tromsø. Det ene året ved faste lave (9 og 12 °C) og høye (18 og 21 °C) temperaturer, og året etter ved varierende døgntemperaturer med døgngjennomsnitt på 12 °C (lav) og 18°C (høy). Det ble utført tørrstoffanalyser samt kjemiske og sensoriske analyser. Resultatene viste at faste eller varierende døgntemperaturer ikke spilte noen rolle, og at det var gjennomsnittstemperaturen som bestemte de ulike egenskapene. Lave dyrkingstemperaturer førte til lysere, søtere, syrligere (friskere), sprøere og saftigere røtter enn ved høye temperaturer. Høye temperaturer resulterte på den annen side i sterkere farge, mer bitterhet og hardere røtter. Det var også høyere tørrstoffinnhold, og mer sukrose og karoten, ved høye temperaturer. Fruktose- og glukoseinnholdet var imidlertid størst ved lave temperaturer.

Rosenfeld et al. 2002 (Dyrking i klimakammer ved ulike temperaturer og bestandstettheter): Her ble det dyrket gulrøtter av sorten 'Panther F1' i tett og normal bestand under naturlig lys. Dyrkingstemperaturene var 9, 12, 15, 18 og 21 °C. Det ble gjennomført sensorisk analyse samt kjemisk analyse av terpenier (bitterstoffer) og sukkerinnhold.

Resultatene viste at søt smak var mest fremtredende ved de laveste temperaturene, og at bitter smak og innholdet av de fleste terpenier (bitterstoffer), økte med økende dyrkingstemperaturer. Det totale sukkerinnholdet var høyest ved de lavere temperaturene, mens det var mest sukrose ved de høyeste temperaturene og mest fruktose ved de laveste.



Egen gulrotavling.

Foto: Ulrike Naumann, Tromspotet

5.1.3 Potet

Sammendrag: Potet (*Solanum tuberosum*) er en viktig del av det daglige kostholdet og har et allsidig innhold av næringsstoffer (energi, vitaminer og mineraler), kostfiber og bioaktive forbindelser. Vi kjenner imidlertid ikke til forskning på potet som tar for seg virkning av nordlig klima på innholdsstoffer og sensorisk kvalitet (smak, konsistens osv.). Derimot foreligger noen studier av fysiologisk kvalitet (vekst og utvikling) hos settepoteter dyrket nord og sør, eller ved lave og høye temperaturer. Bakgrunnen var spørsmålet om dyrkingssted og veksttemperaturer hadde betydning for modenhet og vitalitet som settepoteter. Praktiske forsøk viser imidlertid at dyrkingsstedet for settepotetene (nord eller sør i Norge) har liten betydning for vitaliteten etter setting. Forsøk i kontrollert klima viser også at lave dyrkingstemperaturer kan gi samme eller i noen tilfeller større vekstkraft enn ved høyere dyrkingstemperaturer. Forklaringen på dette er trolig at lav dyrkingstemperatur kan forkorte dvaleperioden slik at knollene «tar igjen» det tapte i fysiologisk aldring løpet av lagringssesongen.

Wahab 1993 (Produktivitet hos settepoteter dyrket ved ulike breddegrader): Settepoteter av to potetsorter ble dyrket i Saskatchewan (Canada) og fire andre steder lenger sør (USA), og ble testet i forsøk alle stedene året etter. Settepotetene med den nordligste opprinnelsen viste stort sett den høyeste produksjonskapasiteten. Forskjeller i fysiologisk alder kunne ha forklart dette, men en konklusjon fra det 4-årige studiet var at fysiologisk alder hos settepotetene ved setting var svært lik i alle potetpartiene. En antok at forskjellene i produksjonsevne heller hadde opprinnelse i den forskjellige dag-nattvariasjonen i temperaturer på dyrkingsstedene, selv ved samme gjennomsnittstemperatur.

Johansen og Nilsen 2004 (Virkning av lave temperaturer på egenskapene til settepoteter):

To potetsorter (Troll og Beate) ble dyrket i klimakammer ved lang dag og fem temperaturregimer fra 12/6 °C (dag/natt) til 21/15 °C. Etter høsting ble avlingen lagret over vinteren. Tre og ni måneder etter høsting ble den fysiologiske alderen, som bestemmer vitalitet og produksjonsevne, undersøkt i knollprøver fra alle behandlingene gjennom en spesiell spiretest. Til tross for umodne poteter ved lave dyrkingstemperaturer, hadde disse minst like høy fysiologisk alder etter lagringsperioden som ved høye dyrkingstemperaturer. Resultatene fra påfølgende dyrkingsforsøk viste at vekst og avling var svært lik uansett dyrkingsforhold for settepotetene året før.

Johansen et al. 2008 (Avling etter settepoteter dyrket nord og sør i Norge):

I dette forsøket ble settepoteter dyrket på Holt (Tromsø) og på Apelsvoll (Kapp) i tre sesonger med påfølgende utprøving av alt materialet begge steder årene etter. Testingen viste ingen systematiske forskjeller i egnethet som settepoteter, uansett dyrkingssted. Dette tilsier at det ikke oppstår særlige forskjeller i fysiologisk alder og avlingspotensial for settepoteter dyrket ved normale temperaturforskjeller i Norge.

Johansen 2011 (Virkning av temperatur og daglengde på dvale hos sorten Asterix):

Poteter ble dyrket i klimakammer ved en rekke ulike temperaturer fra 9/9 °C til 24/18 °C, dag/natt) ved naturlig dagslys (24 timers fotoperiode). Etter høsting ble prøver oppbevart ved 4, 9 og 18 °C i en måned, før alle prøvene ble lagt til dvaletest (spiring) ved 18 °C. I et annet forsøk ble planter dyrket ved ni kombinasjoner av temperaturer og daglengder i kunstig lys.

Planter dyrket ved de laveste temperaturene hadde 2-3 uker kortere dvaleperiode enn ved de høyeste temperaturene (målt ved 18 °C fra høsting). Daglengden under dyrking så ikke ut til å virke inn på varigheten av dvalen. Lav temperatur (4 °C) i en måned etter høsting, og deretter 18 °C, så også ut til å redusere dvaleperioden med 2-3 uker hos knoller dyrket ved de høyeste temperaturene. Forsøkene viste også at både spireevne og antall groer etter lagring ble påvirket av dyrkingsforholdene året før.



Settepotetproduksjon i Nord-Norge.

Foto: Tor J. Johansen, NIBIO

5.1.4 Bærvekster

Sammendrag: Sanking av ville bær har historisk sett vært et viktig supplement i det nordlige kostholdet, og i særlig grad for tilførsel av vitaminer. Her har spesielt vitamin C fra moltebær spilt en viktig rolle. I tillegg er ulike hagebær som jordbær og bringebær økonomisk viktige og populære blant forbrukere i nord. Blant ville bær viser undersøkelser at bær som vokser naturlig i et kjølig nordlig klima, eller har opprinnelse herfra, ofte har noe høyere innhold av noen fargestoffer (anthocyaniner) enn sørlig materiale. Imidlertid kan lokalklimatiske forhold som vekst i skog eller på eksponerte lokaliteter på fjell eller kyst ha større betydning enn breddegrad. For hagebær tyder resultatene på at lav temperatur kan øke konsentrasjonen av sukkerstoffer og organiske syrer, som igjen har betydning for søte/syrlige smaksegenskaper. Det ser ikke ut til at dyrking av hagebær ved lave temperaturer entydig fremmer økt innhold av fargestoffer. Effekten av nordlige daglengdeforhold er ofte uoversiktlig på grunn av variasjoner i temperaturforhold og blomstringstid mellom sesonger. Dette gir ulik blomstrings- og modningstid for bærene i tidsrommet med stadig kortere daglengder utover høsten. Flere undersøkelser i regulert klima (med ulike daglengder og temperaturforhold) kan øke kunnskapen om dannelsen av fargestoffer/antioksidanter, samt gi mulighet for å studere hvordan smaksegenskaper påvirkes av klima (sensoriske undersøkelser).

Jordbær (*Fragaria ananassa*)

Davik et al. 2006 (Virkning av genotype og miljø på innhold av sukker og syrer): Jordbær fra ti genotyper (sorter) ble samlet inn fra fire forsøkssteder fra Grimstad i sør til Bodø i nord i 2002 og 2003. Ekstrakter av bærene ble analysert for total antioksidantkapasitet (dvs. evne til å motstå oksidativ nedbryting), samt innhold av sukker og organiske syrer (sitronsyre og eplesyre). Resultatene, sett opp mot klimadata, viste blant annet at forholdet mellom sukker og organiske syrer varierte med temperaturen dagen før høsting. Høy temperatur ga et lavere sukker/syre-forhold, som kan støtte påstander om bedre (søtere) smak på jordbær fra nordlige, kjølige områder enn for bær fra varmere strøk. Imidlertid viste ikke datasettet en slik tydelig nord-sør trend mellom forsøksstedene.

Krüger et al. 2012 (Dyrking av tre sorter ved fem lokaliteter i Europa): Jordbær ble dyrket fem steder i Europa hvor de nordligste lå i Stjørdal og København og de sørligste i Sveits og Italia. Vekst og utvikling, avlinger og kvalitet ble undersøkt. Denne undersøkelsen representerer ikke det vi har definert som arktiske vekstforhold, men viser likevel interessante trender. Bærene fra de nordligste dyrkingsstedene hadde høyest tørrstoffinnhold og størst innhold av organiske syrer. Bær dyrket lengst sør var rødere enn i nord, trolig på grunn av høyere innhold av fargestoffer (anthocyaniner).



*Kvalitetsproduksjon av jordbær.
Foto: Frode Vik*

Blåbær (*Vaccinium myrtillus*)

Lätti et al. 2008 (Antocyanininnhold i bær samlet fra ulike steder i Finland): Ville blåbær ble plukket sommeren 2005 fra 20 ulike populasjoner (bestander) fra sør til nord i Finland. Disse ble analysert for innhold av fargestoffene antocyaniner (antocyaninidin-glykosider). Resultatene viste variasjon mellom populasjonene i sammensetning av ulike antocyaniner, med en tendens til høyere innhold i nord og midt enn i sør.

Åkerström et al. 2010 (Vill og dyrket blåbær – betydning av klimafaktorer og opprinnelse på innholdsstoffer): Vill blåbær ble samlet inn 2007 og 2008 fra en rekke lokaliteter i Sverige, Finland og Danmark, i tillegg til blåbær av ulike kloner fra et forsøksfelt i Oulu, Finland. Disse klonene hadde opprinnelse fra Nord-Tyskland til Nord-Finland. Det ble analysert for innhold av noen antioksidanter (fargestoffene anthocyanidiner). Det var høyest konsentrasjon av de fleste av disse stoffene i blåbær med nordlig opprinnelse. Det samme gjaldt blåbær samlet fra ulike breddegrader, men dyrket på samme sted i over 10 år. Resultatene tyder dermed på at konsentrasjonen av stoffene er sterkt genetisk styrt. I tillegg var det lavere konsentrasjoner på lokalitetene i 2008 enn i 2007, som også tyder på en klimaeffekt.

Uleberg et al. 2012 (Blåbær fra to lokaliteter i Finland – dyrking ved ulike temperaturer og lysforhold): Vill blåbær med opprinnelse fra to nordlige lokaliteter (én klon hver) og en sørlig lokalitet (to kloner) ble undersøkt. Etter vekst og pollinering utendørs, ble de dyrket to år i klimakammer ved to temperaturer (12 og 18 °C), tre lysregimer (12 og 24 t naturlig lys og 24 t naturlig lys med mørkerødt tilleggslis). Planter med en nordlig opprinnelse hadde størst totalinnhold for ulike fenolforbindelser, epletsyre og sukrose. Innholdet av flavonoler, noen syrer (en fenolsyre og kininsyre) og karbohydrater var generelt høyest ved lav dyrkingstemperatur (12 °C). De nordlige klonene hadde et høyere innhold av anthocyaniner enn de sørlige, under alle dyrkingsforhold. For de fleste anthocyaninene var innholdet størst ved 24 timers lys og høy temperatur både hos de sørlige og nordlige klonene.

Rohloff et al. 2015 (Analyser av blåbær fra ulike lokaliteter i Norge): Effekter av forskjellige miljøfaktorer (geografisk lokalitet, klima, gjødsling og jordkvalitet) på ernæringsmessig kvalitet av blåbær ble undersøkt i åtte skogsfelt i Nord-Norge, Midt-Norge og Sør-Norge. Resultatene viste ingen entydige forskjeller mellom lokalitetene. Den kjemiske sammensetningen i blåbærene ble påvirket av høstetidspunktet (Sør-Norge). Høsting seint i sesongen ga høyere næringskvalitet (fytokjemikalier) enn ved tidlig høsting. Den største innvirkningen på innholdsstoffene hadde år- og regionvariasjoner i klima.

Bringebær (*Rubus idaeus*)

Remberg et al. 2010 (Temperatureffekter under bærdannelse og modning): Sorten 'Glen Ample' ble dyrket i klimakammer ved 12, 18 og 24 °C og naturlige daglengder (18-12 t) etter blomstring. En fjerde gruppe ble dyrket ved naturlig varierende temperaturer i utendørs tunnel. Vekst og utvikling ble studert, og en rekke analyser av innholdsstoffer i modne bær ble utført. Bærene var størst ved de laveste dyrkingstemperaturene. Det samme gjaldt innholdet av vitamin C. For noen av de viktigste fargestoffene (anthocyaniner) økte innholdet ved økende temperatur og for andre avtok det. For noen andre fenolforbindelser (ellagitanniner) var det entydig økt innhold med økende temperatur.

Mazur et al. 2014 (Daglengdeeffekter under bærdannelse og modning): Sorten 'Glen Ample' ble dyrket i klimakammer ved 18 °C og ulike daglengder etter blomstring. Modne bær ble analysert for en rekke innholdsstoffer. Behandlingene med lang dag ga et økt innhold av

vitamin C og økt totalinnhold av fenolforbindelser og noen organiske syrer (eplesyre, kininsyre og ellaginsyrer). Samtidig ble innholdet av løselig tørrstoff, sukrose og sukker/syreforhold redusert, noe som kan tenkes å bidra til mindre søt/mer syrlig smak. Totalt innhold av fargestoffer (anthocyaniner) var relativt upåvirket av daglengde, mens noen garvestoffer (ellagitanniner) så ut til å øke noe.

Solbær (*Ribes nigrum*)

Zheng et al. 2009, 2012 (Betydning av sorter, breddegrad og værforhold for innholdsstoffer i solbær): Tre solbærsorter ble plantet nord (66 °N) og sør (60 °N) i Finland og undersøkt for innhold (i modne bær) av sukker og ulike organiske syrer, inkludert vitamin C, i tre sesonger (2005-2007). Innholdet av en rekke andre forbindelser ble undersøkt i seks sesonger (2005-2010). Resultatene viste at bærene dyrket i nord i hadde tendens til lavest innhold av sukker, og lavest innhold av sitronsyre, fargestoffer (anthocyaniner) og fenolforbindelser. Til gjengjeld var innholdet av eplesyre, kininsyre og vitamin C størst i nord, sammen med et noe høyere totalinnhold av en fenolsyre (hydroxycinnamic acid). Innholdet av de ulike stoffene varierte også med sortene, som i tillegg hadde noe ulike responser på dyrkingsklimaet de enkelte år. Det var også en tendens mot lavere sukker/syreforhold i nord, som kan gi mindre søt og mer syrlig smak.

Woznicki et al. 2015 (Effekter av kontrollert temperatur og daglengde på kjemisk sammensetning hos fire solbærsorter med forskjellig opphav): I dette forsøket ble innholdet av C-vitamin redusert med økende temperatur. Lang dag senket pH og økte innholdet av anthocyaniner. Det var store forskjeller mellom sortene, men den nordlige sorten Imandra (fra Kolahalvøya i Russland, 67°N) var minst påvirket av miljøet.

Woznicki et al. 2017 (Innhold av C-vitamin, sukker og organiske syrer i solbærsorter ved ulike temperaturer): Igjen ble fire solbærsorter dyrket i vekstkammer ved 12, 18 og 24 °C og daglengder på 18–19 timer (lang dag), 10 timer (kort dag), og 10 timer (kort dag) med 3 timer nattforstyrrelse (lys). Innholdet av C-vitamin og sukker ble her markant redusert ved økende

temperatur. Innholdet av sitronsyre økte med økende temperatur, mens motsatt trend ble observert for eplesyre. I dette forsøket var det ingen effekt av daglengde på de undersøkte innholdsstoffene.



Et mangfold av bærarter kan dyrkes og omsettes.

Foto: Frode Vik

Molte (*Rubus chamaemorus*)

Martinussen et al. 2010 (Utvikling og kvalitet hos molte – effekt av temperatur): En nordlig molteklon (70°N) og en fra Vest-Finland (63°N) ble dyrket en sesong i vekstkammer ved 9, 12, 15 og 18 °C under 24 t naturlig lys supplert med kunstig lys. Bærutvikling og totalinnhold av



fenolforbindelser og totalinnhold av fargestoffer (anthocyaniner) i modne bær ble undersøkt. Resultatene viste at de laveste temperaturene ga best bærutvikling og størst bær i den nordlige klonen. Det totale innholdet av fargestoffer var også størst ved de to laveste temperaturene, og for den nordlige klonen. For totalinnhold av fenolforbindelser var det ingen klare forskjeller.

Fjellets gull.

Foto: Tor J. Johansen, NIBIO

5.1.5 Urter

Sammendrag: Urter omfatter en rekke plantearter som kan brukes som mat, krydder, parfyme eller i alternativ medisin. Vi har ikke funnet studier av nordlige klimavirkninger på mat- eller krydderplanter innen urter.

5.1.6 Fôr- og beitevekster

Sammendrag: Det er svært få publiserte undersøkelser av den betydningen nordlig klima kan ha på kvaliteten av fôr- og beitevekster, og dermed vanskelig å konkludere entydig. De to studiene vi kjenner til tyder likevel på at lave temperaturer og lang dag kan høyne sukkerinnholdet og redusere proteininnholdet. Fôret fra nordlige timoteisorter som dyrkes ved nordlige breddgrader, kan likevel ha svært god kvalitet, trolig på grunn av mer fordøyelige stengler enn ved samme utviklingsstadium under sørligere vekstforhold .

Timotei (*Phleum pratense*)

Nordheim-Viken et al. 2009; Deinum et al. 1981 (Virkning av temperatur og daglengde på vekst og kjemisk sammensetning i timotei): I den første studien ble timoteisortene 'Engmo', med opprinnelse fra Nord-Norge, og 'Grindstad' (Sør-Norge) dyrket i klimakammer ved to temperaturregimer (21/15 °C og 15/9 °C, dag/natt) og to daglengder (18 og 24 timer). Resultatene viste at den laveste temperaturen og lang dag ga det høyeste sukkerinnholdet. Samtidig var proteininnholdet lavere under disse forholdene enn ved høy temperatur og kort dag. I den andre studien ble avling og kvalitet ved førsteslåt av timotei undersøkt etter høsting ved seks lokaliteter fra sør til nord (51- 69 °N). Lang dag i Tromsø ga raskest vekst av alle steder, men fordøyeligheten av tørrstoffet avtok

også sterkest her på grunn av raskere utvikling av stengler og lavere tørrstoffproduksjon i bladverket. Imidlertid, ved samme utviklingsstadium, var fordøyeligheten best lengst mot nord, trolig på grunn av mindre lignifisering og mer fordøyelige cellevegger i stenglene.



Godt grovfôr til nordnorske husdyr.

Foto: NIBIO

5.1.7 Særegne planteslag

Sammendrag: Eksempler på produkter med lang tradisjon i Nord-Norge er potetsorten Gullauge (Gulløye) og nepesorten Målselvnepe. Begge sto i fare for å miste sin posisjon da moderne sorter kom på markedet, men etter solid arbeid fra produsentene selv markedsføres de nå som eksklusive spesialiteter fra Nord-Norge. Gullauge med beskyttet opprinnelsesbetegnelse og Målselvnepe med beskyttet geografisk betegnelse. Dyrking og omsetning ser ut til å øke år for år. Det har også vært interesse for spesielle egenskaper hos andre gamle potetsorter, gamle nordnorske byggsorter (maltproduksjon, ølbrygging) og gamle hodekålsorter (Lunde, Grytøy) uten at disse er i kommersiell produksjon foreløpig.

Lovdata 2007, 2018 (beskyttede betegnelser): Særegne produkter med lang tradisjon i Nord-Norge, som potetsorten Gullauge (Gulløye) og nepesorten Målselvnepe, kan også knyttes til begrepet *Arktisk kvalitet*. Begge markedsføres som eksklusive spesialiteter fra Nord-Norge og har oppnådd

henholdsvis beskyttet opprinnelsesbetegnelse («Gulløye fra Nord-Norge») og beskyttet geografisk betegnelse («Målselvnepe fra Nord-Norge»).

Johansen 2009 (Poteten til heder og verdighet igjen): I tillegg til Gullauge, finnes det en rekke gamle potetsorter med ukjent opprinnelse ('landsorter') som kan være aktuelle for utprøving og markedsføring på bakgrunn av dyrkingshistorie, men også for innhold av antioksidanter, utseende, smak og konsistens. Disse sortene kan med fordel dyrkes lengst mot nord på grunn av lavt smittepress (potettørråte og potetvirus). Eksempler er Blåpotet/svartpotet (kjent i nord under navn som Komp, Kampion, Franske og Rundsvenske), Gammel svensk rød (Rødpotet eller Russ/Russepotet), Lang Svenske (Svenske, Svenskopotet), Rød Kvæfjord (Rødpotet) og Røda Krokar (Rød Mandel). Nærmere omtale finnes hos Lunden (1945, 1954) og Nordisk Genbank (2001).

Samuelsen 1973 (Nordnorske matnepesorter, kvalitet og historikk): Ulike forsøk med sorter og stammer av matnepe ble gjennomført på 1950-tallet samt utover 1970-årene i Troms og Trøndelag. Det var særlig egenskapene til de nordnorske sortene 'Gul-Finlandsk' og 'Målselvnepe' som ble undersøkt. Målselvnepe 'Gibostad' viste totalt sett de beste kvalitetskarakterene. Målselvnepe ser ut til å stamme direkte fra Russland gjennom Pomorhandelen tidlig i 1800-årene. Den opprinnelige rødspettede «Russenepa» er seinere foredlet gjennom seleksjon av neper med gult skall og ønsket utseende av flere frøavlere i Nord-Norge.

Halland et al. 2016 (Northern Cereals – prosjektrapport): Det finnes nordlig sortsmateriale av bygg, en kornart med tusenårig historie til både mat og fôr. I Nord-Norge var det gamle landsorter som dominerte i tidligere tider, for eksempel 'Dønnesbygg' og 'Bjarkøybygg'. Disse ga modent bygg tidligere enn dagens sorter, men ble likevel byttet til fordel for mer moderne sorter med større avlinger og bedre egenskaper utover 1900-tallet. Eksempler på gamle sorter er 'Fløya' fra Holt i Tromsø og 'Nordlys' fra Vågønes i Bodø. Fra 1980-tallet avtok arbeidet med sortsutvikling samtidig med at korndyrkingen i Nord-Norge gikk sterkt tilbake. I dag har imidlertid interessen for disse gamle sortene tatt seg opp igjen, spesielt i forbindelse med maltproduksjon til ølbrygging.



Målselvnepe og Gullauge (Gulløye) - tradisjonsrike vekster i Nord-Norge.

Foto: Ulrike Naumann, Tromspotet



Foto: Tor J. Johansen, NIBIO

5.2 Animalske produkter

Sammendrag: Vi har funnet svært få studier hvor kvaliteten på nordnorske kjøtt- og melkeprodukter er sammenlignet med tilsvarende produkter fra andre regioner i Norge eller utlandet. Disse har også et begrenset prøvegrunnlag (antall dyr/besetninger/lokaliteter) og virkning av nordnorsk opprinnelse er ofte ikke entydig. Det er derfor ikke vitenskapelig grunnlag for å konkludere angående spesiell *Arktisk* produktkvalitet for varene. Det foreligger imidlertid en del generell kunnskap om kvalitetsfortrinn ved ulike driftsmessige tiltak innen produksjoner av sau, geit, storfe og reinsdyr. Dette er ikke unikt for Nord-Norge, men omfatter også produksjon i andre regioner av Norge eller i utlandet. Generelt er beiting og bruk av utmarksbeite/fjellbeite positivt for kvalitet ved at dyrene får i seg ferske grønne planter. Disse gir en kombinasjon av høyt omega-3 fettsyreinnhold og antioksidanter/vitaminer, som beskytter flerumetta fettsyrer i vomma. I tillegg tyder noen resultater på at utmarksbeite kan være positivt for mørhet i lammekjøtt, og at noen beitetyper kan påvirke kjøttfarge, farge i melk/ost og noen smaksegenskaper.

5.2.1 Sau/lam

Ådnøy et al. 2005 (Virkning av fjellbeite og lavlandsbeite på lammekjøttkvalitet hos Norsk kvit sau): Lammekjøtt fra samme besetning på lavlandsbeite og fjellbeite (1000 m.o.h.) i Hardanger i 2001 ble analysert for sensoriske og andre kvalitetsegenskaper. I tillegg ble lammekjøtt fra én besetning i Lofoten og Gol (fjellregion Østlandet) brukt som referansemateriale. Kjøttet fra Lofoten scoret høyest på mørhet, mens kjøtt fra fjellbeite i Hardanger hadde høyest innhold av flerumettet fett, etterfulgt av Lofoten. Lam fra Gol og Lofoten var mindre fete og hadde høyere slaktekvalitet (R, EUROP-systemet) enn lam fra lavlandsbeite i Hardanger. Studien sammenligner i hovedsak effekten av fjellbeite versus lavlandsbeite innen kun én besetning, opp mot to andre besetninger/lokaliteter. Det er derfor vanskelig å trekke noen generelle konklusjoner om kvaliteten til lammekjøtt fra Nord-Norge i forhold til andre regioner.

Lind et al. 2009b (Virkning av slutfôring på innmarksbeite før slakting): Sensorisk kvalitet og fettsyresammensetning i kjøtt fra lam slaktet direkte etter fjellbeite, ble sammenlignet med lam som ble slutfôret på innmarksbeite i 4-6 uker før slakting. Dette ble undersøkt i to besetninger: fra Kvaløya i Troms (2006 og 2007) og Sør-Fron i Oppland (2007). Resultatene viste at slutfôring på innmarksbeite i liten grad kunne påvirke kvaliteten til kjøttet. Det var heller ikke noen klare forskjeller mellom lam fra Kvaløya og Sør-Fron i 2007. I likhet med foregående studie er resultater fra to lokaliteter/besetninger ett år, for lite til å trekke noen slutninger om kvalitetsforskjeller mellom Nord-Norge og fjellregionen på Østlandet.

Diverse studier (Virkning av beitekvalitet og driftsopplegg): Disse studiene har begrenset relevans i denne sammenhengen da de ikke inneholder tydelige sammenligninger mellom ulike klimaforhold eller regioner. Vi gir likevel korte kommentarer for oversiktens del. **Lind et al. (2009a)** har sett på kjøttkvaliteten etter ulik praksis for slutfôring/beiting for lam (Norsk kvit sau) på Tjøtta i Nordland. Fettsyresammensetningen ble påvirket i negativ retning ved overgang til innefôring med surfôr og kraftfôrtillegg, men det tok seks uker før denne effekten var synlig. I en annen studie ble virkningen av ulike fôringsopplegg på kjøttkvaliteten (visuell bedømming) undersøkt. Også kvaliteten på kyst- (lavland) og fjellbeite i Nordland er studert (**Nielsen et al. 2014**). Dette var først og fremst en «klimastudie» som viste at gode vårtemperaturer er viktig for plantevekst i fjellet, og kan ha positiv effekt på tilveksten hos lam.



Arktisk lam.

Foto: Jørgen Mølmann, NIBIO

5.2.2 Geit

Diverse studier (melkekvalitet, beitestrategi, fôrkvalitet): Vi har ikke funnet vitenskapelige studier av geitproduksjoner som kan beskrive en unik *Arktisk kvalitet* for produktene. Også her refererer vi likevel kort til noen studier av ulike driftstiltak: **Steinshamn et al. (2014)** har sett på melkekvalitet hos geit etter beiting i naturlig skogsmark eller på oppdyrket beite. Skogsbeite ga lavere melkeproduksjon, men større andel melkefett enn kulturbeite uten at innholdet av uønskede frie fettsyrer i melken ble økt. En lignende undersøkelse ble utført av **Inglingstad et al. (2014)**, der dyrket beite og utmarksbeite, samt god og dårlig høykvalitet ble undersøkt. Både melkeproduksjon og andel av protein og kasein ble påvirket i positiv retning ved beiting.

5.2.3 Storfe

Diverse studier (beitetyper, foring): Vi har ikke funnet vitenskapelige studier av storfeproduksjoner som kan beskrive en unik *Arktisk kvalitet* slik vi har definert det. Men vi tar med noen undersøkelser som omhandler kvalitet generelt. **Steinshamn et al. (2010)** har studert betydning av beitetype for produksjonsevnen hos ammekyr, ved å undersøke kjøttkvaliteten hos diende kalver. Både tilvekst og slaktevekt hos kalvene var lite påvirket av beitetyper, og det var heller ikke tydelige forskjeller i kjøttkvalitet, målt som fettinnhold, intramuskulært fett, proteininnhold og fettsyresammensetning. Begge typer beiter ga kjøtt med lav fettprosent og et forhold mellom omega-3 og omega-6 i fettene innenfor rådende anbefalinger for fett i kostholdet.

Innen melkeproduksjon er betydningen av ulike silotyper (ulik botanisk sammensetning) for innholdsstoffer i melk undersøkt (**Adler et al. 2013**). Ved fôring med botanisk allsidig surfôr fant en størst innhold av flerumetta fettsyrer i melka, og samtidig lavest andel av mettede fettsyrer. Høyt innhold av rødkløver og andre tofrøbladete arter i dette fôret så ut til å være hovedårsaken til dominansen av gunstige flerumettede fettsyrer.

Kvalitet hos «stølsmelk» (Hallingdal og Valdres), i forhold til vanlig beitemelk, er undersøkt av **Sickel (2014)** gjennom tre beitesesonger. Setermelken hadde høyere andel av ernæringsmessig gunstige fettsyrer (konjugert linolinsyre og alfa-linolinsyre) enn norsk beitemelk generelt. Samtidig var omega-3/omega-6 forholdet høyere. Det ble i tillegg funnet 11 ulike typer terpener i melk produsert på stølene som ikke ble funnet i vanlig beitemelk, noe som kan påvirke smaksegenskapene.

Virkning av temperaturforskjeller mellom isolert og uisolert oppstalling av okser på kjøttkvalitet er studert i Nord-Finland av **Huuskonen et al. (2010)**. Her ga uisolert oppstalling større andel flerumetta fettsyrer i ryggmuskkelkjøttet enn ved oppstalling i isolert og varmere bygning.



Fotogene storfe på beite.

Foto: Frode Vik

5.2.4 Tamrein

Diverse studier (sammenligning av kvalitet i reinsdyrkjøtt mellom lokaliteter/regioner i Norge): Vi har funnet to vitenskapelig studier hvor kvalitet i reinsdyrkjøtt er sammenlignet mellom lokaliteter i forskjellige regioner/landsdeler i Norge. Prøvegrunnet fra disse er imidlertid for lite til å kunne trekke noen entydige konklusjoner om eventuelle kvalitetsforskjeller. **Mielnik et al. 2011** analyserte reinkjøtt fra to produksjonsområder i Norge, Røros og Kautokeino for ulike kvalitetsegenskaper en sesong (kjemiske sammensetning, antioksidativ effekt og sensorisk profil). Kjøttet fra Kautokeino var mørkere, fuktigere, inneholdt mer av det røde jernbindende proteinet myoglobin, og hadde lavere innhold av totalt protein og fett, enn kjøtt fra Røros. Det var også noen mindre forskjeller for enkelte lukt og smaksegenskaper mellom regionene. Studien kan tyde på at det er noen forskjeller mellom nord og sør, men det er behov for data fra et bredere grunnlag av lokaliteter i nord og sør, og over flere år for å kunne konkludere sikkert.

Hassan et al. 2012 analyserte reinkjøtt fra 7 beitedistrikter i Finnmark og ett distrikt fra hvert av fylkene Troms, Nordland og Sør-Trøndelag. Innholdet av vitamin E og selen (Se) viste noen forskjeller mellom lokalitetene, men uten noen tydelig geografisk trend. Selen-innholdet kunne relateres til tettheten av rein i distriktet. De observerte forskjellene mellom distriktene vil neppe ha noen praktisk betydning i forhold til kjøttkvalitet, da innholdet av selen generelt er høyt i reinsdyrkjøtt sammenlignet med annet kjøtt.

Diverse studier (fôringsopplegg): Ulike foringsopplegg for tamrein er undersøkt av **Wiklund et al. (2001, 2003)** samt **Triumf et al. (2012)**. De har særlig fokus på ulik bruk av kraftfôr i tillegg til beite, der norsk praksis er noe forskjellig fra Sverige. Undersøkelsen viser noen forskjeller i slaktevekt, antioksidantkapasitet, muskeloppbygging, fettinnhold m.m., men har liten relevans i forhold til *Arktisk kvalitet*.



Rein i drift.

Foto: Tor-Arne Bjørn, NIBIO

6 Definisjoner

I dette kapitlet gis en forklaring på noen viktige begreper som forekommer i rapporten, samt litt om hvilken rolle ulike stoffgrupper kan ha for vår kroppens funksjoner og helse.

Anthocyaniner - en undergruppe av flavonoider. Fargepigmenter i planter som ofte er bundet til sukker. Når det ikke er bundet til sukker kalles det anthocyanidin. Anthocyaniner gir rød eller blå farge i plantevev avhengig av pH (f.eks. blomster- og bærfarge), og kan ha helsebringende effekter som antioksidanter.

Antioksidanter – en gruppebetegnelse for mange ulike typer stoffer (inkludert vitaminer, fenolforbindelser, flavonoider, glukosinolater) med kjemiske egenskaper som kan hindre oksidasjon og dannelsen av nye stoffer som er skadelige for molekyler og celler (såkalte frie radikaler). Skadene kan bestå i forandringer i arvematerialet, kreft og raskere aldring. Antioksidantene er også nødvendige for et vel fungerende immunsystem.

Antioksidantkapasitet – en generell betegnelse for evnen ulike ekstrakter har til å motstå kjemisk oksidering eller nedbryting av stoffer. Antioksidantkapasitet undersøkes f.eks. i ekstrakter fra bær og grønnsaker ved hjelp spesielle tester.

Bioaktive forbindelser – ulike stoffer (ofte kalt *sekundære metabolitter*) som kan motvirke angrep og skader fra bakterier, sopp eller dyr. Eller beskytte mot f.eks. UV-lys. Eksempler på slike stoffer er glukosinolater, karotener, terpen, ulike fenolforbindelser og antocyaniner. Når slike stoffer ender i matproduktene kan de føre til positiv eller negativ biologisk aktivitet i kroppen til mennesker eller dyr. Lave konsentrasjoner kan aktivere ulike forsvarssystemer hos mennesker, samt motvirke betennelsesreaksjoner og være positiv for helsen. For høye konsentrasjoner kan derimot være giftig og negativ. Høye konsentrasjoner gir ofte bitter smak. Utvalgte sekundære metabolitter brukes som legemidler, kosttilskudd, smakstilsetninger, etc.

Ellagitanniner – en fenolforbindelse som omdannes til blant annet ellaginsyre ved nedbryting. Ellaginsyre er en antioksidant som kan bidra til sårheling, hemme vekst hos kreftceller og redusere risiko for hjerte/karsykdom.

Fenolforbindelser - en stor gruppe forbindelser med undergrupper som har ulike kjemiske egenskaper. Enkelte av disse er pekt ut til å ha ekstra god helseeffekt. Eksempler på slike er flavonoider, anthocyaniner, fenolsyrer og ellagitanniner.

Fenolsyrer - en type fenolforbindelser med funksjon som antioksidant. Koffeinsyre og klorogensyre er eksempler på kjente fenolsyrer i potet og gulrøtter.

Fettsyrer (mettet/umettet) - fettsyrer er vannavstøtende hydrokarbonkjeder og er en hovedkomponent i alle biologiske membraner som omgir cellene og deres interne strukturer. Fettsyrer brukes også i celledagring som fett/oljer. Om en fettsyre er mettet eller umettet sier noe om karbonkjeden er mettet med hydrogen eller ikke. En-, to-umettet og flerumettet fettsyre inneholder en, to eller flere kjemiske dobbeltbindinger mellom karboner i kjeden. Slike dobbeltbindinger gjør fett mer flytende. Flere dobbeltbindinger betyr også sunnere fett. F.eks. har omega-3 fettsyren linolensyre tre dobbeltbindinger.

Flavonoider - en stor gruppe stoffer innen fenolforbindelser som er viktige for farge og beskyttelse mot UV-stråling i planter. Nedbryting av enkelte flavonoider frigjør forskjellige typer antioksidanter (flavonoler, f.eks. kamferol og quercetin) som beskytter molekyler og celler mot skadelig oksidering.

Fotoperiode – tidsperioden med lys i døgnet. I Nord-Norge varierer fotoperioden fra 24 timer (midnattssol om sommeren) til kun noen få timer med grålysning i mørketiden midtvinters.

Fotosynteseperiode – tidsperioden i døgnet med nok lys til fotosyntese for plantevekst. Fotosynteseperioden er noe kortere enn fotoperioden, og varierer også med årstiden.

Fytokjemikalier – kjemiske stoffer som bare dannes i planter.

Glukosinolater - en gruppe svovelholdige forbindelser som finnes i planter i korsblomstfamilien. Stoffene kan motvirke angrep og skader av bakterier, sopp og insekter. Når plantevevet skades (f.eks. spises av insekter) omdannes (hydrolyseres) glukosinolatene til isothiocyanater, som er giftig for mange organismer. Konsentrasjonen i plantene er vanligvis ikke giftig for mennesker, og noen typer fra kålvekster er regnet som sunne i kosten. Enkelte av glukosinolatene gir opphav til typisk lukt og smak hos kål og noen kan fremme svært bitter smak ved høye konsentrasjoner (f.eks. progoitrin).

Karbohydrater/sukkerstoffer – består av monoglukose/fruktose, disakkarider (sukrose) og polysakkarider (komplekse sukkerforbindelser) og er hovednæringskilde og energi til prosessene i alle organismers celler. Sukker kan bindes til andre molekyler eller være fritt løselig i cellene. Fritt løselig sukker i matprodukter gir opphav til søtsmak.

Karotenoider – kjemiske forbindelser som produseres i planter og er med sine lysabsorberende egenskaper en viktig komponent i fotosyntesen. Karotenoider deles inn i to hovedgrupper; xantofyll og karoten. Karotener er mest kjent som fargestoffet i gulrot, men gir også gul farge i melkefett og smør. Inntak av karotener er antatt viktig for bl.a. læring, og som beskyttelse mot skadelig lyspåvirkning og enkelte krefttyper. Vitamin A er en type karoten, og mangel på dette er en av hovedårsakene til blindhet og dødelighet hos barn i verden. Xantofyll er viktige i fotosyntesen, og er også opphavet til gulfarge i eggeplommer.

Mineraler (sporstoffer) - naturlig forekommende kjemiske grunnstoffer uten biologisk opprinnelse, og er ofte bundet sammen som krystaller. De er viktige byggesteiner, spesielt i beinvev, og er viktig for funksjonen til enzymer, nervesystemet og muskler. Noen mineraler kalles for essensielle da kroppen har behov for større mengder av de (f.eks. kalsium, jern, kalium, natrium, kobber, sink, magnesium og fosfor). For lite inntak av mineraler kan føre til manglende sårheling og ulike kroppslige utslag som trøtthet, slapphet, kramper, kvalme, svimmelhet og rytmeforstyrrelser i hjertet.

Næringsinnhold – den stofflige sammensetningen i maten som bidrar til kroppens vekst, vedlikehold, reproduksjon og helse. Disse deles vanligvis inn i makronæringsstoffer (proteiner, fett, karbohydrater og fiber) og mikronæringsstoffer (mineraler og vitaminer). Makronæringsstoffene er nødvendig for oppbygging og energitilførsel i cellene, og mikronæringsstoffene er avgjørende for å unngå mangelsykdommer.

Organiske forbindelser - i hovedsak alle kjemiske forbindelser som inneholder karbon, og hører til dyre- og planteriket.

Organiske syrer – syrer med viktig funksjon i cellene for oppbygging og forbrenning av sukkerstoffer og fett. De er svake syrer og ofte brukt i mat for å forhindre bakterievekst og øke holdbarheten. Noen organiske syrer kan være kilde til syrlig smak i matprodukter (sitronsyre, eplesyre).

Sensorisk kvalitet - den menneskelige oppfattelse av egenskapene hos mat og drikke, som utseende, lukt, smak og tekstur (konsistens). Bedømmelsen gjøres vanligvis av trente personer i et profesjonelt panel (objektiv bedømmelse) eller av vanlige forbrukere i et forbrukerpanel (subjektiv bedømmelse). Eksempler på sensoriske egenskaper (attributter) er søtsmak, bittersmak, kålsmak, jordsmak, emmen smak, farge, fargeintensitet, sprøhet, saftighet, mørhet og hardhet.

Terpener - en stor gruppe organiske stoffer som er viktige i plantenes forsvar mot skadegjørere, spesielt nåletrær (kva). De er ellers viktige organiske byggesteiner hos alle organismer. Enkelte terpener er flyktige (fordamper lett) og forbindes med sterk lukt, og terpener fra planter kan påvirke smaken på kjøtt fra beitedyr.

Vitaminer - ulike organiske sporstoffer som er nødvendig for reparasjon av skader/betennelser i kroppen og for å opprettholde en god helse. Bortsett fra vitamin D, som kan lages i huden ved sollys, er mennesker avhengig av å innta vitaminer gjennom mat. Vitaminene A, C (askorbinsyre) og E (tokoferoler) er i likhet med flavonoider, karotenoider og enkelte mineralsporstoffer (sink, selen) viktige antioksidanter i cellene.

Litteraturreferanser

- Adler S, Jensen S, Thuen E, Gustavsson A-M, Harstad O, Steinshamn H (2013). Effect of silage botanical composition on ruminal biohydrogenation and transfer of fatty acids to milk in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 96:1135-1147.
- Baardseth P, Rosenfeld HJ, Sundt TW, Skrede G, Lea P, Slinde E (1995). Evaluation of carrot varieties for production of deep-fried carrot chips. I. Chemical aspects. *Food Research International* 28:195-200.
- Baardseth P, Rosenfeld HJ, Sundt TW, Skrede G, Lea P, Slinde E (1996). Evaluation of carrot varieties for production of deep-fried carrot chips. II. Sensory aspects. *Food Research International* 28:513-519.
- Balvoll G, Apeland J, Auranaune J (1975). Kjemisk samansetnad og organoleptisk kvalitet hjå gulrot frå Sør- og Nord-Noreg. *Melding nr. 56, Agricultural University of Norway*, s. 327-337.
- Darby MR, Karni E (1973). Free competition and the optimal amount of fraud. *The Journal of Law and Economics* 16:67-88.
- Davik J, Bakken AK, Holte K, Blomhoff R (2006). Effects of genotype and environment on total anti-oxidant capacity and the content of sugars and acids in strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 81:1057-1063.
- Deinum B, de Beyer J, Nordfeldt P, Kornher A, Østgård O, van Bogaert G (1981). Quality of herbage at different latitudes. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 29:141-150.
- Dragland S (1968). Vitamin C-innhold i hodekål og kålrot dyrket i Nord- og Sør-Norge. *Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole* 48 (3):11 pp.
- Gundersen D, Hallbo L (2014, 17. juni). Kvalitet. I Store norske leksikon. Hentet 13 november 2017 fra <https://snl.no/kvalitet>
- Halland H, Gonera A, Løvaas A, Holtekjølen AK (2016). Bruk nordnorsk bygg i produktutviklingen! http://cereal.interreg-npa.eu/subsites/CEREAL/Bakery_products-Product_development-Report_in_Norwegian-NPA-Cereal-DT311.pdf
- Hassan AA, Sandanger TM, Brustad M (2012). Selected vitamins and essential elements in meat from semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus* L.) in mid- and northern Norway: Geographical variations and effect of animal population density. *Nutrients* 4:724-739.
- Hersleth M, Næs T, Rødbotten M, Lind V, Monteleone E (2012). Lamb meat - Importance of origin and grazing system for Italian and Norwegian consumers. *Meat Science* 90:899-907.
- Huuskonen A, Joki-Tokola E, Honkavaara M, Tuomisto L, Kauppinen R (2010). Meat quality and fatty acid profile of *M. longissimus dorsi* of growing bulls under insulated, uninsulated and outdoor housing conditions. *Agricultural and Food Science* 19:214-222.
- Hårdh JE, Persson AR, Ottosson L (1977). Quality of vegetables cultivated at different latitudes in Scandinavia. *Acta Agriculturae Scandinavica* 27:81-96.
- Inglingsstad R, Steinshamn H, Dagnachew B, Valenti B, Criscione A, Rukke E, Devold T, Skeie S, Vegarud G (2014). Grazing season and forage type influence goat milk composition and rennet coagulation properties. *Journal of Dairy Science* 97:3800- 3814.
- Johansen TJ (2009). Poteten til heder og verdighet igjen. *Ottar nr.1* (2009):38-45.
- Johansen TJ (2011). Influence of temperature and day-length on dormancy in seed potato cv. 'Asterix'. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology* 5:55-61.

- Johansen TJ, Hagen S F, Bengtsson GB, Mølmann JA (2016). Growth temperature affects sensory quality and contents of glucosinolates, vitamin C and sugars in swede roots (*Brassica napus* L. ssp. *rapifera* metzg.). *Food Chemistry* 196:228 – 235.
- Johansen TJ, Møllerhagen P, Haugland E (2008). Yield potential of seed potatoes grown at different latitudes in Norway. *Acta Agriculturae Scandinavica, Sect. B, Soil and Plant Science* 58:132-138.
- Johansen TJ, Mølmann JAB, Bengtsson GB, Schreiner M, Velasco P, Hykkerud AL, Cartea E, Lea P, Skaret J, Seljåsen R. (2017). Temperature and light conditions at different latitudes affect sensory quality of broccoli florets (*Brassica oleracea* L. var. *italica*). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 97:3500–3508.
- Johansen TJ, Nilsen J (2004). Influence of low growth temperatures on physiological age of seed potatoes. *Acta Agriculturae Scandinavica, Sect. B, Soil and Plant Science* 54:185-188.
- Kaurin Å, Junttila O, Nilsen J (eds.) (1985). *Plant production in the north*. Norwegian University Press Tromsø, Oslo, Bergen Stavanger, 356 + XIV pp.
- Krüger E, Josuttis M, Nestby R, Toldam-Andersen TB, Carlen C, Mezzetti B (2012). Influence of growing conditions at different latitudes of Europe on strawberry growth performance, yield and quality. *Journal of Berry Research* 2:143–157.
- Lätti AK, Riihinen KR, Kainulainen PS (2008). Analysis of anthocyanin variation in wild populations of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) in Finland. *Journal of Agricultural Food and Chemistry* 56:190-196.
- Lind V, Berg J, Eik LO, Eilertsen SM, Mølmann J, Hersleth M, Afseth NK, Haugland E (2009a). Effects of concentrate or ryegrass-based diets (*Lolium multiflorum*) on the meat quality of lambs grazing on semi-natural pastures. *Acta Agriculturae Scandinavica, Sect. A - Animal Science* 59:230–238.
- Lind V, Berg J, Eik LO, Mølmann J, Haugland E, Jørgensen M, Hersleth M (2009b). Meat quality of lamb: Pre-slaughter fattening on cultivated or mountain range pastures. *Meat Science* 83:706-712.
- Lovdata (2007). <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2007-09-14-1094>
- Lovdata (2018). <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2018-01-12-42/%C2%A71#%C2%A71>
- Lunden AP (1945). Synonymer i potetavlen. *Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole* XXV:101-139.
- Lunden AP (1954). Sortskjennemerker og sortsegenskaper hos potet. Pp. 14-93 i: *Potetsorter i Norge. Produsentenes omsetningsorganisasjoner*, Eget forlag.
- Martinussen I, Uleberg E, McDougall GJ, Stewart D, Junttila O (2010). Development and quality of cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.) as affected by female parent, male parent and temperature. *Journal of Berry Research* 1:91-101.
- Mazur SP, Sønsteby A, Wold AB, Foito A, Freitag S, Verall S, Connor S, Stewart D, Heide OM (2014). Post-flowering photoperiod has marked effects on fruit chemical composition in red raspberry (*Rubus idaeus*) *Annales of Applied Biology* 165:454-465.
- Mielnik MB, Rzeszutek A, Triumf EC, Egelanddal B (2011). Antioxidant and other quality properties of reindeer muscle from two different Norwegian regions. *Meat Science* 89:526–532.
- Mølmann JAB, Hagen SF, Bengtsson GB, Johansen TJ (2017). Influence of high latitude light conditions on sensory quality and contents of health and sensory-related compounds in swede roots (*Brassica napus* L. ssp. *rapifera* Metzg.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*:1117-1123.
- Mølmann JAB, Steindal ALH, Bengtsson GB, Seljåsen R, Lea P, Skaret J, Johansen TJ (2015). Effects of temperature and photoperiod on sensory quality and contents of glucosinolates, flavonols and vitamin C in broccoli florets. *Food Chemistry* 172: 47-55.

- Nielsen A, Lind V, Steinheim G, Holand Ø (2014). Variations in lamb growth on coastal and mountain pastures, will climate change make a difference? *Acta Agriculturae Scandinavica, Sect. A - Animal Science* 64:243-252.
- Nordheim-Viken H, Volden H, Jørgensen M (2009). Effects of maturity stage, temperature and photoperiod on growth and nutritive value of timothy (*Phleum pratense* L.). *Animal Feed Science and Technology* 152:204-218.
- Nordisk Genbank (2001). Potet i Norden. En beskrivelse av gamle potetsorter i den Nordiske Genbanken. CAL. forlaget AB, Varberg. 230 pp.
- Nordnorsk Landbruksråd (2013).
www.fylkesmannen.no/Documents/Dokument%20FMTR/LANA/Arktisk%20landbruk/UTVIKLINGSPROGRAM%20FOR%20ARKTISK%20LANDBRUK.pdf
- Remberg SF, Sønsteby A, Aaby, K, Heide, OM (2010). Influence of postflowering temperature on fruit size and chemical composition of Glen Ample Raspberry (*Rubus idaus* L.) *Journal of Agricultural Food and Chemistry* 58:9120-9128.
- Rohloff J, Uleberg E, Nes A, Krogstad T, Nestby R, Martinyussen I (2015). Nutritional composition of bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.) from forest fields in Norway – Effects of geographic origin, climate, fertilization and soil properties. *Journal of applied Botany and Food Quality* 88:274-287.
- Rosenfeld HJ, Aaby K, Lea P (2002) Influence of temperature and plant density on sensory quality and volatile terpenoids of carrot (*Daucus carota* L.) root. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 82:1384-1390.
- Rosenfeld HJ, Baardseth P, Skrede G (1997a). Evaluation of carrot varieties for production of deep fried carrot chips – IV. The influence of growing environment on carrot raw material. *Food Research International* 30:611-618.
- Rosenfeld HJ, Risvik E, Samuelsen RT, Rødbotten M (1997b). Sensory profiling of carrot from northern latitudes. *Food Research International* 30:593-601.
- Rosenfeld HJ, Samuelsen RT, Lea P (1998). The effect of temperature on sensory quality, chemical composition and growth of carrots (*Daucus carota* L.) III. Different diurnal temperature amplitudes. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 74:196-202.
- Rosenfeld HJ, Samuelsen RT, Lea P (1999). The effect of temperature on sensory quality, chemical composition and growth of carrots (*Daucus carota* L.) I. Constant diurnal temperature. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 73:275-288.
- Samuelsen RT (1973). Tidlighet, avling, kvalitet og lagringsevne hos matnepesorter, samt historikk for nordnorske sorter. *Forskning og Forsøk i Landbruket* 24:639-666.
- Sañudo C, Alfonso M, Julián RS, Thorkelsson G, Valdimarsdottir T, Zygoiannis D, Stamataris C, Piasentier E, Mills C, Berge P, Dransfield E, Nute G, Enser M, Fisher A (2007). Regional variation in the hedonic evaluation of lamb meat from diverse production systems by consumers in six European countries. *Meat Science* 75:610 – 621.
- Shattuck VI, Kakuda Y, Shelp BJ (1991). Effect of low-temperature on the sugar and glucosinolate content of rutabaga. *Scientia Horticulturae* 48:9-19.
- Sickel H (2014). Effects of vegetation and grazing preferences on the quality of alpine dairy products. PhD-thesis, Norwegian University of Life Sciences.
- Steindal ALH, Johansen TJ, Bengtsson GB, Hagen SF, Mølmann JAB (2015a). Impact of pre-harvest light spectral properties on health- and sensory related compounds in broccoli florets. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 96:1974-1981.

- Steindal ALH, Mølmann J, Bengtsson GB, Johansen TJ (2013). Influence of day length and temperature on the content of health-related compounds in broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*). *Journal of Agricultural Food and Chemistry* 61:10779-10786.
- Steindal ALH, Rødven R, Hansen E, Mølmann J (2015b). Effects of photoperiod, growth temperature and cold acclimatisation on glucosinolates, sugars and fatty acids in kale. *Food Chemistry* 174:44–51.
- Steinshamn H, Höglind M, Havrevoll Ø, Saarem K, Lombnæs IH, Steinheim G, Svendsen A (2010). Performance and meat quality of suckling calves grazing cultivated pasture or free range in mountain. *Livestock Science* 132:87-97.
- Steinshamn H, Inglingstad RA, Ekeberg D, Mølmann J, Jørgensen M (2014). Effect of forage type and season on Norwegian dairy goat milk production and quality. *Small Ruminant Research* 122:18-30.
- Suzuki M, Cutcliffe JA (1981). Sugars and eating quality of rutabagas. *Canadian Journal of Plant Science* 61:167-169.
- Triumf EC, Purchas RW, Mielnik M, Maehre HK, Elvevoll E, Slinde E, Egelandssdal B (2012). Composition and some quality characteristics of the longissimus muscle of reindeer in Norway compared to farmed New Zealand red deer. *Meat Science* 90:122-29.
- Uleberg E, Rohloff J, Jaakola L, Trost K, Junttila, O, Häggman H, Martinussen I (2012). Effects of temperature and photoperiod on yield and chemical composition of northern and southern clones of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.). *Journal of Agricultural Food and Chemistry* 60:10406-10414.
- Wahab, M.N.J. 1993. Productivity of potato seed-tubers from different latitudes. Ph.D. Thesis, University of Saskatchewan, Canada. 277 pp.
- Woznicki TL, Heide OM, Sønsteby A, Wold A-B, Remberg SF (2015). Effects of controlled post-flowering temperature and daylength on chemical composition of four black currant (*Ribes nigrum* L.) cultivars of contrasting origin. *Scientia Horticulturae* 197:627–636.
- Woznicki TL, Sønsteby A, Aaby K, Martinsen BK, Heide OM, Wold A-B, Remberg SF (2017). Ascorbate pool, sugars and organic acids in black currant (*Ribes nigrum* L.) berries are strongly influenced by genotype and post-flowering temperature. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 97:1302-1309.
- Zheng J, Yang B, Ruusunen V, Laaksonen O, Tahvonen R, Hellsten J, Kallio H (2012). Compositional differences of phenolic compounds between black currant (*Ribes nigrum* L.) cultivars and their response to latitude and weather conditions. *Journal of Agricultural Food and Chemistry* 60:6581-6593.
- Zheng J, Yang B, Tuomasjukka S, Shiyi O, Kallio H (2009). Effects of latitude and weather conditions on contents of sugars, fruit acids, and ascorbic acid in black currant (*Ribes nigrum* L.) juice. *Journal of Agricultural Food and Chemistry* 57:2977-2987.
- Ådnøy T, Haug A, Sørheim O, Thomassen M, Varszegi Z, Eik L (2005). Grazing on mountain pastures - does it affect meat quality in lambs? *Livestock Production Science* 94:25-31.
- Åkerström A, Jaakola L, Bång U, Jäderlund A (2010). Effects of latitude-related factors and geographical origin on anthocyanidin concentrations in fruits of *Vaccinium myrtillus* L. (bilberries). *Journal of Agricultural Food and Chemistry* 58:11939-11945.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.